



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

EDVANE LEITE BACELAR PEREIRA

**PARAMETRIZAÇÃO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM EM UMA
EMPRESA DO SETOR METAL MECÂNICO**

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA

2019

EDVANE LEITE BACELAR PEREIRA

**PARAMETRIZAÇÃO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM EM UMA
EMPRESA METAL MECÂNICO**

Trabalho apresentado a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela de Engenharia Mecânica.

Data da Aprovação: Cruz das Almas, Bahia ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Vânio Vicente Santos de Souza

Orientador: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Gilmar Emanuel Silva de Oliveira

Avaliador I: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Cliver da Rocha Silva

Avaliador II: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

EDVANE LEITE BACELAR PEREIRA

**PARAMETRIZAÇÃO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM EM UMA
EMPRESA DO SETOR METAL MECÂNICO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Vânio Vicente Santos de
Souza

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

2019

AGRADECIMENTOS

Ao Deus da minha vida, que me ama sem nenhuma explicação, eternizo a minha gratidão. Com Ele, tudo posso. Com Ele, tudo quero. Com Ele, sou mais que uma vencedora.

A minha fonte inesgotável de amor, meu maior exemplo de fé e coragem, a minha tão amada mãe Alina Rita, agradeço com felicidade, por cada oração, por ser a minha tão grande força nesta caminhada e luz para todos os meus caminhos. Ao meu irmão, Edvan Carlos, agradeço pelo quanto nos amamos e por ser torcida de frente na concretização deste sonho. Agradeço carinhosamente a tia Julita, porque me ensinou que toda conquista começa com a decisão de tentar.

Agradeço aos meus sogros, Ademir e Ana, por serem um verdadeiro porto seguro. Ao meu bem, Deivson Mamona, agradeço, por toda paciência, companheirismo e por sonhar junto comigo os meus sonhos.

As minhas melhores amigas, Thai, Tham, Ju, Le, Jel, Do, Vi e Shirley, por serem fiéis e exagerarem em palavras encorajadoras e companheirismo. Amarei-as por toda vida!

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, o maior instrumento de transformação social, que diante da autonomia para executar suas finalidades, me oportunizou com ensino e importantíssimos projetos de pesquisa e extensão. Aos maiores presentes recebido da UFRB, Gabriel Fiuza, Fernanda, Tarcísio, Tatiane, Vanessa Gonçalves e Vanessa Carneiro, o meu muitíssimo obrigada, por serem sinônimos de amizade, acolhimento e bondade.

Ao meu orientador Vânio Vicente agradeço por acreditar na temática do meu trabalho desde o primeiro dia de encontro, compartilhando grandes experiências profissionais e lições de vida. Agradeço simultaneamente, ao meu orientador de estágio, Gilmar Emanuel que diante de muitas lutas incessáveis, me confiou, um cenário real para a realização desta composição.

À Olívio Joaquim e à Caio Andrade, tenho imensa gratidão, por tudo que fazem por mim, tanto na vida profissional, como pessoal. Duas pessoas tão diferentes, mas que somam e fazem grande diferença na minha vida. Por meio deles, conheci grandes amigos, tão irmãos, no ambiente de trabalho (Guto, Milly, Jereco, Seu Jorge e Robertão).

Os que com lágrimas semeiam, com júbilo ceifarão.

Salmos 126: 5

RESUMO

A dinâmica da atual conjuntura que predomina na Indústria, caracteriza-se por um quadro de competitividade acirrada entre as empresas que buscam sua sobrevivência no mercado. A competitividade é global. É o estopim para que as empresas busquem controles de qualidades severos e eficientes, mão de obra qualificada, processos enxutos, minimização de riscos e mitigação de acidentes, maximização de resultados e satisfação dos clientes. Sendo assim, este trabalho tem como principal objetivo, parametrizar os processos de fabricação e montagem dos principais grupos de produtos de uma empresa do setor metal mecânico. Sua execução se dá com base na elaboração de documentos de projetos. Toda elaboração tem como base de dados, revisão de literaturas, desenhos técnicos, normas técnicas e entrevistas com os colaboradores da área de caldeiraria e serralharia da empresa em estudo. A parametrização permite avaliar como ocorre a construção do produto, bem como, aspectos de suma importância para empresa, sendo estes, custos, segurança e higiene do trabalho e layout produtivo.

Palavras-Chave: Metal Mecânica; Fabricação; Montagem.

ABSTRACT

The dynamics of the current situation that prevails in Industry, is characterized by a strong competitive framework among companies that seek their survival in the market. Competitiveness is global. It is the key for companies to seek controls of severe and efficient brand, skilled labor, lean processes, risk minimization and accident mitigation, maximization of results and customer satisfaction. Therefore, this work has as main objective, to parameterize the processes manufacture and mounting of the main groups of products of a company of the metal mechanic sector. Its execution is based on the preparation of project documents. All elaboration has as data base, revision of literatures, models used by other companies of the metal mechanic branch, technical norms and interviews with the collaborators of the company of the area of boilermaking and locksmithing. The parameterization allows a company as a product work, as well as, aspects of paramount importance for the company, being these, costs, safety and hygiene of the work and productive layout.

Keywords: Metal Mechanics; Manufacture; Mounting.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Chapas	18
Figura 2	Perfil soldado	18
Figura 3	Perfis laminado a frio	19
Figura 4	Tubos de aço	19
Figura 5	Lixadeira, máquina CNC e guilhotina	20
Figura 6	Prensa dobradeira	21
Figura 7	Calandra Mecânica	21
Figura 8	Processo de soldagem MIG	22
Figura 9	Máquina de solda MIG	22
Figura 10	Máquina de solda de eletrodo revestido	23
Figura 11	Posições de soldagem	24
Figura 12	Solda de filete	25
Figura 13	Solda em chanfro	25
Figura 14	Simbologia de soldagem	26
Figura 15	Componentes da simbologia	26
Figura 16	Esquema de classificação para arames tubulares	27
Figura 17	Esquema de classificação para eletrodos revestidos	27
Figura 18	Estufa de secagem	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO	12
1.2 JUSTIFICATIVA	13
1.3 OBJETIVO	13
1.3.1 Objetivo Geral	13
1.3.2 Objetivos Específicos	14
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 SETOR METAL MECÂNICO	15
2.2 ENGENHARIA DE PROJETO INDUSTRIAL	16
2.3 MAPEAMENTO DE PROCESSO	17
2.4 FABRICAÇÃO E MONTAGEM	18
2.4.1 MATERIAIS	18
2.4.2 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM	20
2.4.2.1 Conformação	20
2.4.2.2 Soldagem	23
2.4.2.3 Pintura	30
2.4.3 INSTRUÇÃO DE TRABALHO (IT)	31
2.5 CONTROLE DE QUALIDADE	31
2.6 SEGURANÇA DO TRABALHO	34
3 METODOLOGIA	34
3. A EMPRESA	35
3.1.1 Contextualização da empresa	35
3.1.2 Processo produtivo	35
3.1.3 Grupo de produtos	37

3.2 DATA BOOK	41
3.2.1 Projeto conceitual	44
3.2.2 Manual de fabricação	46
3.2.3 Manual de montagem	48
3.2.4 Controle de qualidade	50
3.2.5 Segurança e higiene do trabalho	51
3.2.7 Registros fotográficos	51
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
4.1 DATA BOOK	52
4.2 ANÁLISE DOS CUSTOS DOS GRUPOS DE PRODUTOS	61
4.3 LAYOUT PRODUTIVO	61
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
6 SUGESTÕES FUTURAS	77
7 REFERÊNCIAS	78

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

Competitividade é a palavra de ordem do mercado atual. Os padrões de qualidade e a recusa de se pagar por produtos com não conformidades, impulsiona as empresas a desenvolver estratégias para que os mesmos saiam da linha de produção com menor custo possível e sem nenhum defeito de fabricação e montagem, satisfazendo assim seus clientes e conquistando visibilidade no mercado.

As não-conformidades relacionadas a fabricação e montagem, segundo Basso (2017) são custos gerados por falhas durante o processo produtivo, sejam eles retrabalhos, falta de informação, refugos, desperdícios, entre outros. Custos decorrentes de falhas de procedimento, oneram o custo da produção, o que faz com que as empresas acabem vendendo seu produto por um preço maior e, logo, perdendo clientes para a concorrência, e conseqüentemente, redução de receitas e investimentos.

A fabricação e a montagem são processos de grande importância para que as empresas do setor metal mecânico se mantenham no mercado. Estes dois processos envolvem todas as esferas internas de uma empresa, desde o comercial, financeiro, suprimentos, produção, qualidade, até a logística. Envolver todas as esferas internas, significa conquistar resultados melhores.

Para Morano (2013), o processo de fabricação de empreendimentos metálicos e o detalhamento estão diretamente relacionados à escolha da solução de projeto. O detalhamento ocorre após a especificação de todo empreendimento por engenheiro calculista que definirá além das dimensões, os materiais a serem utilizados em cada componente, o posicionamento, o processo, entre outros. Ainda para Morano (2013) a montagem é a fase final do empreendimento, se consolidando como uma das mais importantes, pois representa cerca de 30% do custo do empreendimento e se não for projetada e montada perfeitamente, poderá causar sérios riscos. No entanto, é essencial planejar de maneira cuidadosa cada detalhe visando ótimas condições de segurança, otimização de tempo e custos menores.

1.2 JUSTIFICATIVA

O complexo industrial do território do Recôncavo da Bahia, situado na cidade de Santo Antônio de Jesus é instrumento de desenvolvimento econômico e social, fonte de investimentos,

geração de empregos e renda, universo de oportunidades para as instituições de ensino, sendo esse último, a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, uma grande parceira.

O estágio como fruto de oportunidades, significa a integração entre a Universidade e a Indústria. Então, cabe a seguinte pergunta: “Quais as contribuições que o estagiário deve deixar para a Empresa frente as oportunidades que lhe são concebidas?”. Neste sentido, surge a composição deste estudo.

A dinâmica da atual conjuntura que predomina na Indústria, caracteriza-se por um quadro de competitividade acirrada entre as empresas que buscam sua sobrevivência no mercado. A competitividade é global. É o estopim para que as empresas busquem controles de qualidades severos e eficientes, mão de obra qualificada, processos enxutos, minimização de riscos e mitigação de acidentes, maximização de resultados e satisfação dos clientes.

A superação desses desafios, exige que as informações dentro das empresas, sejam claras, organizadas e acessíveis. Diante disso, parametrizar todas as informações de projeto, especificamente dos processos de fabricação e montagem de empreendimentos, compondo um Data book, torna-se ferramenta estratégica para que os desafios sejam superados e se tenham cada vez mais procedimentos eficientes.

O Data Book, segundo Duarte (2010), incorpora as informações documentais relacionadas a fabricação, montagem, instalação, transporte, inspeção, relatórios e registros. A importância do Data book, se dá uma vez que, o acesso a qualquer informação é facilitado. As informações organizadas e contidas em um único documento, promovem o esclarecimento de custos, realização de algum tipo de manutenção e até mesmo para produzir outras documentações.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Parametrizar os processos de fabricação e montagem dos principais grupos de produtos de uma empresa metal-mecânica.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conhecer os projetos de fabricação e montagem dos principais grupos de produtos da Empresa do setor metal-mecânico;

- Mapear os processos produtivos;
- Registrar as discontinuidades existentes em juntas soldadas, assim como, apontar suas causas e soluções;
- Elaborar a documentação de cada grupo de produto;
- Construir modelos de manuais de fabricação e montagem para cada grupo de produto;
- Enfatizar nos manuais de fabricação e montagem, exigências referentes a segurança e higiene do trabalho e controle de qualidade.
- Compor um Data book específico para a empresa.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este estudo é composto por cinco seções: introdução, revisão de literatura, metodologia, resultados e discussões, e considerações finais. A revisão de literatura é resultado de uma pesquisa em bases de dados acerca do tema, visando abordar as características pertinentes e representativas para a realização do trabalho.

A terceira seção, intitulada como metodologia da pesquisa, apresenta o ambiente de realização da pesquisa, os grupos de produtos a serem parametrizados e o procedimento necessário para construir os modelos de proposta de documentação.

Os resultados e discussões que caracteriza a quarta seção desse estudo, avalia e discute, com base em literatura e normas técnicas, toda proposta de documentação para cada grupo de produto da empresa estudada. Em seguida, a última seção, exhibe as considerações do desenvolvimento de estudo, bem como as propostas futuras possíveis de serem desenvolvidas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SETOR METAL MECÂNICO

Segundo Santos (2016), o setor metal mecânico engloba uma série de atividades e técnicas de transformação de metais em produtos finais, tais como, fabricação de estruturas metálicas e obras de caldeiraria pesada, tanques metálicos, reservatórios metálicos e caldeiras e serviços intermediários como, forjaria, estamparia, metalurgia do pó, serralheria, oficinas de corte, soldagem, dentre outros. Oliveira (2017) complementa que faz parte do escopo do setor

metal mecânico, o estudo das propriedades dos materiais, de suas propriedades e resistências, assim como os testes de sua resistência à fadiga, fluência e atrito.

Para Santos (2016), a indústria metal mecânica é incorporada por um excelente marketing estratégico, o que torna o ramo reconhecido nacionalmente e internacionalmente por sua seriedade e eficiência. Neste cenário, a indústria metal mecânica brasileira se destaca por ser competitiva, com uma estrutura produtiva de domínio tecnológico e de baixo custo de produção.

Do ponto de vista geração de emprego, segundo dados do Serviço Social da Indústria - SESI (2017), a indústria metal mecânica empregou mais de 1 milhão de trabalhadores em 2017, com faixa etária de 30 a 39 anos de idade e média salarial foi de 1,01 a 3 salários mínimos. Além disso, de acordo com o Mapa do Trabalho 2017-2020, realizado pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial SENAI (2017), a projeção até 2020 em ocupações na indústria metal mecânica é equivalente a 1,64 milhões, ou seja, o Brasil tende estrategicamente a investir em formação e requalificação de profissionais para o setor.

Oliveira (2017) destaca que, os maiores prejuízos de empresas do setor metal mecânico estão relacionados com tempo e mão de obra nos processos de calderaria e serralheria. Geralmente, as empresas encontram grandes dificuldades para se alcançar um bom nível de qualidade nestes processos. Sendo assim, o setor necessitará de implantação de melhorias que viabilizem a diminuição de retrabalhos através de um rigoroso controle de qualidade e segurança, em que as etapas de fabricação e montagem devem serem claras e bem definidas.

2.2 ENGENHARIA DE PROJETOS INDUSTRIAIS

Segundo descreve o guia PMBOK (PMI, 2013), para que um projeto seja desenvolvido com êxito e alcance os objetivos propostos, é necessário que alguns requisitos sejam atendidos. Entre outros, os seguintes devem ser observados: definição do escopo do projeto, premissas e informações básicas consistentes, utilização de tecnologias apropriadas, gerenciamento eficaz e utilização de recursos adequados.

Para Tamietti (2016) a engenharia de projetos industriais é definida como um conjunto integrado de técnicas formais, pelos quais os produtos e serviços são concebidos. Na engenharia de projeto se criam concepções, se modelam formas, elaboram especificações e desenhos, estabelecem os padrões e as exigências relativas a cada item do empreendimento.

Ainda para o autor, as principais características de um projeto de engenharia são:

- Único: desenvolvido em momentos diferentes por pessoas diferentes;
- Elaborado progressivamente: feito por etapas; feito em detalhes;
- Exige uma grande capacidade de visão;
- Tem um início, meio e fim;
- Baseia-se em um sentido intuitivo dos limites práticos das opções;
- Resulta de um sentido da adequação de meios e recursos a resultados.

A Engenharia de Projetos Industriais é classificada em quatro esferas distintas e correlacionadas:

- Engenharia de projeto conceitual: É desenvolvida para permitir uma avaliação das condições de viabilidade técnica e econômica de um produto ou serviço. Nesta etapa o layout geral do projeto é definido;
- Engenharia de projeto básico: Sua função é reunir as informações iniciais relativas a um produto ou serviço, estudar as alternativas existentes e apresentá-las de forma ordenada sob o aspecto de desenhos preliminares, memoriais descritivos e critérios de projeto. Desde que elaborado, permite a preparação de cronogramas e estimativas de custo de referência;
- Engenharia de projeto executivo: Visa fornecer os elementos para a fabricação e montagem de uma planta. Nesta fase, são desenvolvidas elaboração de cálculos, desenhos definitivos e listas de materiais. O acerto nas tomadas de decisões na Engenharia de projeto básico garante o sucesso da Engenharia de projetos executivos;

Os colaboradores alocados no setor de documentação, de acordo com Duarte (2010) têm como papel principal compilar todos os documentos (conceitual, básico, executivo) envolvidos em cada empreendimento num só arquivo, o Data Book. O Data Book é o “certificado de garantia” para o cliente, ou seja, nele consta toda a informação com a rastreabilidade necessária.

Ainda para o autor, a compilação dos documentos é um processo paralelo ao andamento da obra, desde o início até a entrega do produto final. O Data Book deve ser enviado ao cliente de acordo com o contrato. Uma cópia é arquivada na área de documentações.

Geralmente um Data Book é composto de três seções:

- Seção I – Documentos de projeto, desenhos técnicos e folhas de dados;
- Seção II – Manual de fabricação e montagem do produto final;
- Seção III – Relatório de inspeções e testes, relatórios referentes às etapas de fabricação, lista de materiais elaborada de acordo com desenhos técnicos e códigos

de rastreabilidade, certificados de matéria prima, documentação de soldagem e registro fotográfico.

2.3 MAPEAMENTO DE PROCESSO

Basso (2013) afirma que entender o fluxo do processo produtivo, possibilita o planejamento de produção, assim como, a visualização dos processos, a disposição dos equipamentos e pessoas na área. Schmit (2016), conceitua mapeamento de processos como sendo a visão da integração do arranjo de homens, máquinas e materiais, bem como, operações dos equipamentos de movimentação combinados, que conferem maior produtividade ao elemento humano.

Segundo Schmit (2016), o mapeamento de um setor produtivo, funciona como uma ferramenta de comunicação e análise que mostra cada etapa vital no processo, através de diagramas de fluxo de trabalho. Ainda para Schmit (2016) a grande relevância do mapeamento de processos, é que, apesar de lidar com uma ampla gama de aplicações em diversas áreas, traz resultados, aprendizados e conhecimentos para todos que trabalham com o mesmo. Além disso, através do layout industrial torna-se possíveis identificar gargalos, zonas mortas, ou seja, lugares onde o trabalho fica parado, tempo perdido, pontos de retrabalho e valor acrescentado versus atividades sem valor agregado.

2.4 FABRICAÇÃO E MONTAGEM

A fabricação e a montagem, segundo Antunes *et al.* (2014), são definidas por um conjunto e uma sequência de atividades que engloba desde a compra de matéria prima até a expedição do produto. Nesse sentido, os setores de compra e planejamento e controle de produção, se configuram como ferramenta estratégica pois, ambos os papéis visam maximizar os resultados das operações e minimizar os riscos nas tomadas de decisões sobre o que produzir como produzir e quanto tempo será necessário para produzir.

Correr *et al.* (2013) destacam como é possível propor melhorias de processos, identificar gargalos e otimizar tempo. Todos esses fatores podem ser executados com o auxílio do mapeamento de processos. Mapear, é o primeiro passo para se conhecer como cada etapa de um processo funciona na prática, desde os trajetos percorridos até chegar ao resultado final. Sendo assim, quanto maior for o entendimento dos processos, maior será a capacidade de

aperfeiçoamento dos mesmos, focando na qualidade, ações corretivas, ações preventivas e consolidação dos resultados esperados.

2.4.1 MATERIAIS

Os principais materiais para empreendimentos metálicos, de acordo com os estudos de Morano (2013), se configuram como, materiais de aplicação (chapas e perfis), materiais de consumo ou consumíveis (elementos de fixação).

- Chapas: Produtos planos laminados de aço com largura superior a 500 mm. São classificadas como chapas grossas (espessura superior a 5 mm) e chapas finas (espessura inferior a 5mm);

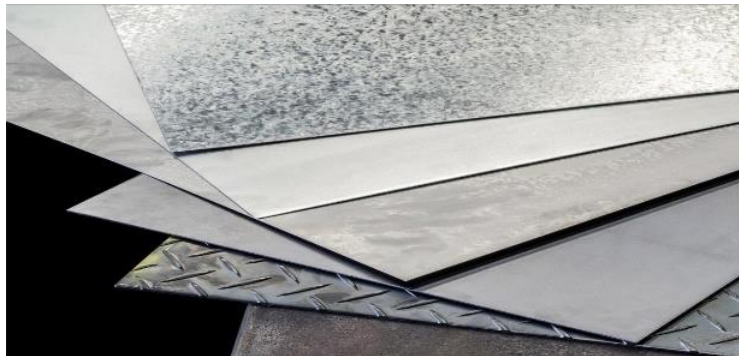


Figura 1. Chapas

Fonte: Silva (2012)

- Perfis: São classificados em soldados, laminados a quente e laminados a frio. Se assemelham as formas das letras I, H, U, Z e L. Os perfis soldados apresentam grande versatilidade de combinações possíveis de espessuras, alturas e larguras, o que conseqüentemente acarreta a redução do peso da estrutura quando comparados aos perfis laminados, porém o custo de fabricação é relativamente maior.



Figura 2. Perfil soldado

Fonte: O autor

Os laminados a quente, são especificados por duas letras, W e HP. São fabricados a quente nas usinas siderúrgicas, são mais econômicos para utilização em estruturas, pois dispensam outro tipo de processo de fabricação. Ao contrário dos laminados a quente, os laminados a frio são obtidos pelo processo de conformação das chapas.



Figura 3. Perfis laminado a frio

Fonte: O autor

Segundo Telles (2012), os perfis tubulares podem ser classificados como tubos com costura e sem costura. Tubos com costura são obtidos pela prensagem ou pela calandragem das chapas, com soldagem por arco submerso, e pela conformação contínua, com soldagem por eletro-fusão. Os tubos sem costura, são obtidos através do processo de extrusão, laminação e fundição. Silva (2012), destaca que a grande vantagem de utilizar estes materiais em estruturas é pela sua maior resistência a flambagem por torção em qualquer direção;



Figura 4. Tubos de aço

Fonte: O autor

- Elementos de fixação: São utilizados para unir peças. Dentre os mais utilizados, pode-se destacar, parafusos, chumbadores, arruelas, porcas, barra redonda rosqueada, conectores de cisalhamento, rebites e soldagem;

- Materiais auxiliares: Destinam-se a auxiliar as atividades de montagem, como por exemplo, andaimes, escadas, plataformas de trabalho entre outras.

2.4.2 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM

2.4.2.1 CONFORMAÇÃO MECÂNICA

Zeni *et al.* (2017) explica que existem na conformação vários processos para deformar um material plasticamente, dentre eles se destacam, corte, dobramento e calandragem mecânica.

a) Corte

Segundo Zeni *et al.* (2017) as principais aplicações com o procedimento de corte se dá em separação de chapas em tamanhos diferentes ou equivalentes, recortar perímetros das chapas e puncionar furos nas peças. Para Guarnier (2009) os processos usais de corte nos setores metal mecânico, se classificam basicamente em mecânicos (peças com até 25mm – corte com guilhotina) ou térmicos (espessuras maiores e geometrias mais complexas – corte a laser, a chama,). Em procedimentos de corte, são utilizadas máquinas como guilhotinas, policortes, lixadeiras, maçaricos e CNC.

São características de um corte perfeito, superfície lisa e regular. De acordo com Guarnier (2009), quando estes fatores não são obtidos durante o processo, parâmetros como chama de pré-aquecimento inadequada, velocidade irregular, superfície com ferrugem, bico de corte com impurezas e erro operacional.



Figura 5. Lixadeira, máquina CNC e guilhotina

Fonte: O autor

b) Dobramento

Para Zeni *et al.* (2017) no processo de dobramento o material é deformado plasticamente até eliminar as tensões e atingir a sua geometria desejada em torno de um eixo reto. Este tipo de operação é realizado em máquinas denominadas dobradeiras. Para Patitucci (2013), podem ser resultados desse processo, materiais como, perfis simples e enrijecidos e cantoneiras. A figura a seguir corresponde a dobradeira da empresa estudada:



Figura 6. Prensa dobradeira

Fonte: O autor

c) Calandragem

Silva *et al.* (2017) considera o processo de calandragem responsável em efetuar o curvamento de um determinado material, seja chapas ou perfis, diante de um raio definido. Os resultados do processo são geometrias em forma de cilindro, cones, tronco de cones, bem como, qualquer superfície de revolução. Estas, são relevantes no processo de fabricação de tanques metálicos, silos, suportes, entre outros. A máquina utilizada no processo é denominada, calandra.



Figura 7. Calandra mecânica

Fonte: O autor

2.4.2.2 SOLDAGEM

a) Definição

Segundo Fardin *et al.* (2009), define-se soldagem como um método de união de duas ou mais peças, assegurando na junta soldada, a continuidade de propriedades físicas, químicas e metalúrgicas. Geralmente o processo é utilizado para deposição de material sobre uma superfície, visando a recuperação de peças desgastadas ou para a formação de um revestimento com características especiais.

b) Processo de soldagem MIG

Santos (2010), explica que o processo MIG, é um dos processos mais comuns utilizados em indústrias do setor metal mecânico e é caracterizado por um processo de soldagem a arco que produz a união dos metais pelo seu aquecimento com um arco elétrico estabelecido entre um eletrodo metálico contínuo e a peça.

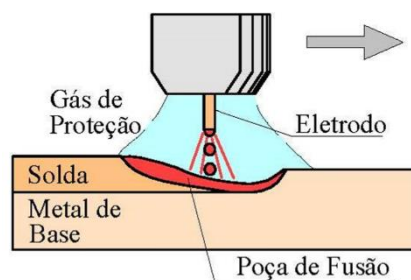


Figura 8. Processo de soldagem MIG

Fonte: Fardin *et al.* (2009)

O equipamento de solda, para este tipo de processo é composto pelos seguintes elementos: fonte de energia, tocha de soldagem, fonte de gás e alimentador de arame.



Figura 9. Máquinas de solda MIG

Fonte: O autor

As principais vantagens e limitações, em se utilizar soldagem MIG, de acordo com Fardin et al. (2009), são:

- Processo com eletrodo contínuo;
- Permite soldagem em qualquer posição;
- Elevada taxa de deposição e penetração;
- Soldagem em diferentes ligas metálicas;
- Exige pouca limpeza após a soldagem;
- Equipamento relativamente caro e complexo;
- Pode apresentar dificuldade para soldar juntas de acesso restrito;
- Proteção do arco é sensível a correntes de ar;
- Pode gerar elevada quantidade de respingos.

As aplicações deste tipo de processo no setor metal mecânico, são em tanques metálicos, treliças metálicas, estruturas de suporte para galpões, soldagem de estruturas de veículos e carrocerias.

c) Processo de soldagem a arco com eletrodo revestido

De acordo com Santos (2010), a soldagem a arco com eletrodos revestidos é um processo no qual a coalescência dos metais é obtida pelo aquecimento destes com um arco

estabelecido entre um eletrodo especial revestido e a peça. Fardin *et al.* (2009) explica que o eletrodo é formado por um núcleo metálico com 250 a 500mm de comprimento, revestido por uma camada de minerais com um diâmetro total típico entre 2 e 8mm. Sua alma conduz a corrente elétrica e serve como metal de adição. O revestimento gera escória e gases que protegem da atmosfera a região sendo soldada e estabilizam o arco. Seu equipamento usual consiste de fonte de energia, porta-eletrodo e cabos.

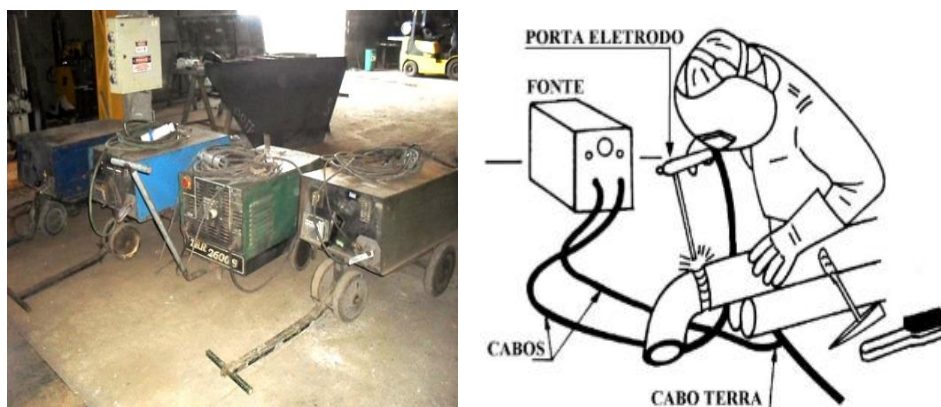


Figura 10. Máquinas de solda de eletrodo revestido

Fonte: Fardin *et al.* (2009) e o autor

Suas vantagens e limitações se caracterizam como:

- Equipamentos simples, portátil e barato;
- Não necessita fluxos ou gases externos;
- Pouco sensível a presença de correntes de ar (trabalho em campo);
- Processo muito versátil;
- Facilidade para atingir áreas de acesso restrito;
- Aplicação difícil para matérias reativos;
- Produtividade relativamente baixa;
- Exige limpeza após cada passe.

Segundo Fardin *et al.* (2009), o processo é adequado para unir materiais com diferentes faixas, sendo mais utilizado para juntas de 3 a 20mm. Encontra, também, grande aplicação em montagem no campo.

d) Posições de soldagem e tipos juntas soldadas

Para Barbedo (2011) as posições de soldagem se classificam como: plana, horizontal, sobre-cabeça e vertical. A seguir, tem-se as representações das posições:

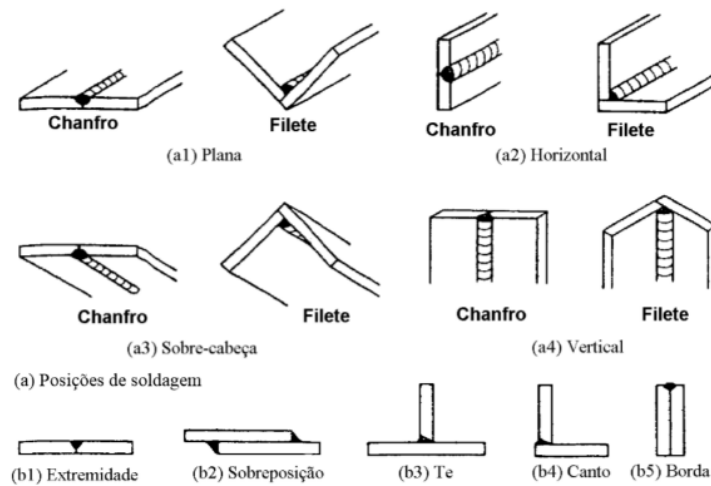


Figura 11. Posições de soldagem

Fonte: Valenciani (1997)

Os tipos de juntas, ainda para o autor, são executados nas seguintes aplicações:

- Extremidade: União de chapas com extremidades niveladas, com mesma espessura;
- Sobreposição: Aplicadas tanto em chão de fábrica como em campo. É o tipo mais comum, se destaca em muitos processos pela facilidade de ajuste, podendo as partes serem deslocadas para acomodar pequenos erros de fabricação;
- Te: Utilizadas na fabricação de perfis I;
- Canto: Aplicadas na fixação de enrijecedores de extremidade;
- Borda: Manter duas ou mais chapas alinhadas inicialmente.

e) Tipos de solda

- Filete: Apresentam seção transversal aproximadamente triangular, e ligam superfícies não coplanares. Possuem características como, versatilidade e facilidade e execução, requerem menor precisão na fabricação.

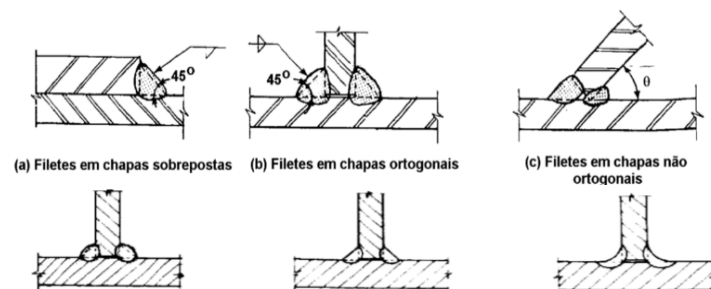


Figura 12. Solda de filete

Fonte: Valenciani (1997)

- Chanfro: Este tipo de solda, conecta perfis estruturais que são alinhados no mesmo plano. É realizada na abertura (chanfro), entre duas partes presentes na ligação.

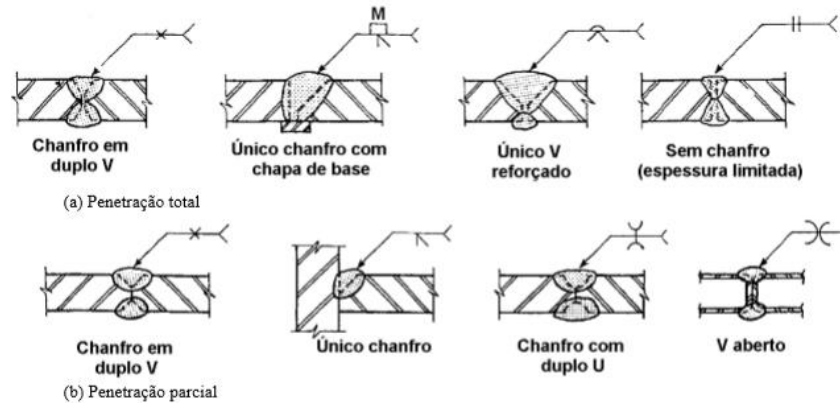


Figura 13. Solda em chanfro

Fonte: Valenciani (1997)

- Ranhura: É feita pela deposição de metal de solda em um furo circular, ou em um rasgo, em uma ou duas partes sobrepostas.

f) Simbologia

Segundo Markus (2014), a simbologia de soldagem é uma representação gráfica importante para especificação de uma junta de solda em desenho. O projetista transmite as instruções necessárias ao soldador para execução da junta de solda com qualidade e segurança, através da simbologia.

Símbolos Básicos de Solda									
Rebordo	Filete	Tampão	Ranhura ou Chanfro					Filetes convexos	
			Reto	V	Meio V	U	J	Duplo	Simplex
Símbolos Suplementares									
Solda com chapa de base	Afastamento	Toda volta	Solda de campo	Contorno					
				Esmerilhar	Convexa				

Figura 14. Simbologia de soldagem

Fonte: AWS 2.4 citado por Valenciani (1997)

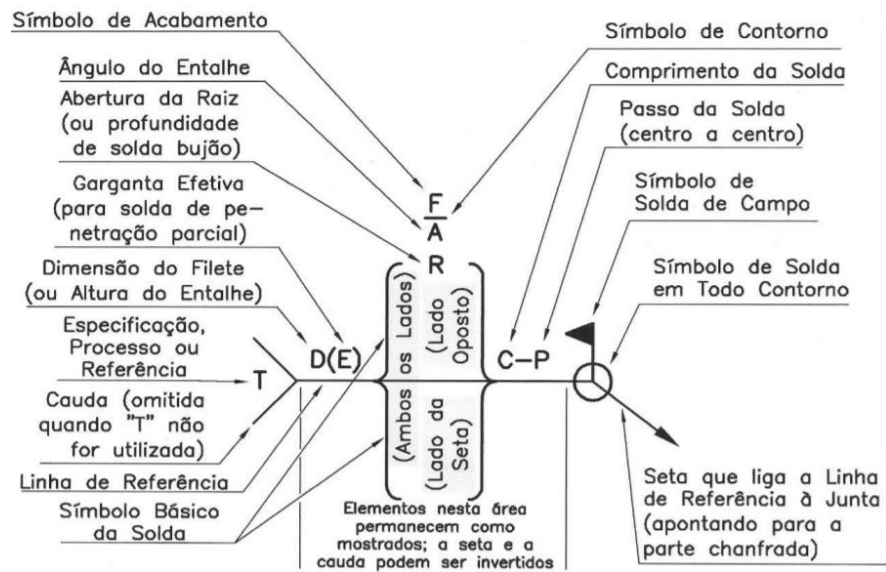


Figura 15. Componentes da simbologia

Fonte: Silva (2016)

g) Consumíveis

- Soldagem MIG: Para Silva (2016), os consumíveis utilizados neste processo são os arames tubulares contendo um fluxo interno, gases de proteção e produtos anti-respingos. De acordo com a AWS o esquema de classificação os arames tubulares são da seguinte maneira:

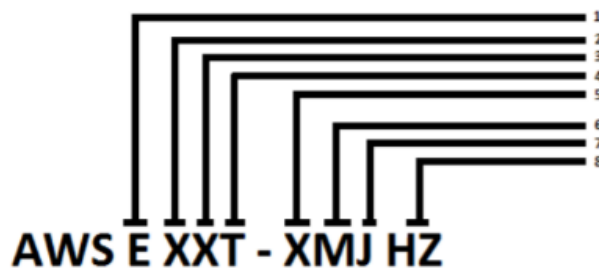


Figura 16. Esquema de classificação para arames tubulares

Fonte: Silva (2016)

Em que, 1 – eletrodo para soldagem a arco, 2 – limite de resistência mínimo do metal depositado, 3 – posição de soldagem (1: todas, 0: plana ou horizontal), 4 – arame tubular com fluxo interno, 5 – usabilidade e desempenho, 6 – mistura de proteção gasosa, 7 – tenacidade, 8 – indica o teor de hidrogênio difusível no metal. As variáveis do processo definem as características do cordão de solda, isto é, aspectos superficiais, geometria do cordão e propriedades mecânicas;

- Soldagem a arco com eletrodo revestido: Segundo Silva (2016) os eletrodos revestidos para soldagem de aço carbono consistem de apenas dois elementos principais, alma metálica e o revestimento. A alma metálica contém elementos residuais, porém os teores de fósforo e enxofre devem ser baixos para evitar fragilização no metal de solda. Os revestimentos têm a finalidade de proteger a massa de fusão, estabilizar o arco e consistem de misturas de compostos minerais e/ou orgânicos. O esquema de classificação é representado abaixo:

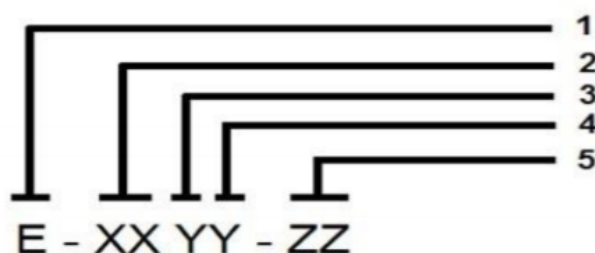


Figura 17. Esquema de classificação para eletrodos revestidos

Fonte: Silva (2016)

Sendo, 1 – eletrodo para soldagem a arco, 2 – limite de resistência à tração, 3 – posição de soldagem, 4 – Varia de 0 a 8 e fornece informações referente a parâmetros de soldagem, 5 – composição do metal.

De acordo com Norma Petrobras N-133, os eletrodos que apresentem irregularidades ou descontinuidades no revestimento devem ser desconsiderados para o processo. São exemplos de descontinuidades ou irregularidades, redução localizada de espessura, trincas transversais ou longitudinais, destacamento do revestimento, danos na extremidade, falta de aderência, deficiências dimensionais de comprimento e excentricidade e sinais de oxidação da alma.

A excentricidade do eletrodo se caracteriza como o tipo de descontinuidade mais grave, pois se este apresentar excentricidade além dos limites da especificação, irá proporcionar um arco elétrico errático, com grande probabilidade de induzir um defeito na soldagem.

Outro fator importante e que deve ser atencioso durante a soldagem, é o armazenamento dos consumíveis. As principais recomendações, segundo a Norma Petrobras 133, são:

- Os eletrodos, varetas, fluxos e arames em sua embalagem original devem ser armazenados sobre estrados ou prateleiras, em estufas que atendam a temperatura de no mínimo 10°C acima da temperatura ambiente e igual ou superior a 20°C;
- A umidade relativa do ar deve ser no máximo de 50%;

- Ao armazenar as latas na posição vertical deve-se preservar as pontas dos eletrodos. Estas pontas devem estarem para cima, devendo seguir as instruções do fabricante;
- A ordem de retirada de embalagens do estoque deve evitar a utilização preferencial dos materiais recém-chegados;
- Os eletrodos e fluxos de baixo hidrogênio devem ser submetidos à secagem e às condições de manutenção da secagem em estufas apropriadas;
- Na estufa de secagem, os eletrodos devem ser dispostos em prateleiras, em camada não superior a 50mm e na estufa de manutenção de secagem em camada igual ou inferior a 150mm;
- Os eletrodos revestidos de baixo hidrogênio, quando de sua utilização, devem ser mantidos em estufas portáteis, em temperatura entre 80°C e 150°C;
- As estufas devem ser calibradas;
- Os eletrodos revestidos de baixo hidrogênio que, fora da estufa de manutenção de secagem, não forem utilizados após uma jornada de trabalho devem ser identificados e retornar à estufa de manutenção para serem ressecados;
- Permite-se apenas uma ressecagem;
- Estufa de secagem devem ter termostato e termômetro. A estufa deve manter a temperatura até 400°C.



Figura 17. Estufa de Secagem

Fonte: O autor

2.4.2.3 PINTURA

Segundo Magnan (2011) e de acordo com a Norma Petrobras N-13, todo empreendimento metálico de aço a ser pintado deve ser indicado nos desenhos do projeto de fabricação, assim como, o tipo e a cor da tinta, o método de pintura (rolo, trincha e pistola) e espessura de demãos.

Medidas antes da pintura devem serem tomadas, como limpeza da peça, removendo qualquer resquício de polimento, impureza, incrustações, respingos de solda, ferrugem e outros contaminantes. A limpeza pode ser feita manualmente, por escovas motorizadas ou por jateamento.

Para Guarnier (2009), a tinta é um revestimento estético, anticorrosivo, sinalização e segurança industrial, que cumprirá sua finalidade quando aplicada na superfície. Para que os procedimentos sejam eficazes, devem-se evitar erros na aplicação, diluição e no preparo. Dois são os tipos de tinta, as monocomponente e as bicomponente.

A monocomponente, no setor metal mecânico é conhecida como esmalte sintético, “primer”. Já a bicomponente, são as tintas, epóxi, poliuretânica, e são compostas por uma base A e por uma base B (catalisador).

2.4.3 INSTRUÇÃO DE TRABALHO (IT)

Segundo Moreira (2014) a IT ou Procedimento Operacional Padrão (POP) é um instrumento de padronização das diversas atividades a serem executas pelo colaborador. Na IT encontra-se as tarefas sequenciais, assim como, o executante, objetivo da tarefa, materiais necessários, processos, cuidados especiais, resultados esperados, ações corretivas e aprovação.

Ainda para o autor, este documento é essencial para uma organização, pois, busca minimizar os erros na rotina de trabalho e faz com que cada colaborador tenha condições de executar sua tarefa sozinho e com qualidade.

Medeiros (2010), contribui com o tema, salientando que existem algumas vantagens com a IT, como: segurança no trabalho, envolvimento e participação na elaboração do método de trabalho; diminuição nos problemas na rotina do dia-a-dia, execução na rotina diária sem que haja ordens de seu superior, aumento de confiança na forma de trabalhar, trabalho mais perfeito sem muito esforço.

2.5 CONTROLE DE QUALIDADE

Souza (2017), afirma que o controle de qualidade integra s as atividades que visam a prevenção de falhas de projeto de fabricação e montagem, não se restringindo somente à função de inspeção, bem como, a matéria-prima e todo o processo. A qualidade não só aponta os defeitos e as falhas, mas também, investiga possíveis causas e busca soluções.

Para Coelho *et al.* (2015) o controle de qualidade, que têm principal função detectar os defeitos, com ações de administração da qualidade, que possui foco na prevenção. Sendo assim, o controle de qualidade é uma importante ferramenta que assegura que o produto atenda às necessidades dos clientes. Além disso, acarreta aumento na produtividade, pois quando a qualidade é garantida é evita-se retrabalho e tempo perdido.

Os processos de fabricação e montagem, segundo, Souza (2017) estão sujeitos a diversos métodos de inspeção. A inspeção deve ser executada por um profissional qualificado, em todas as fases dos processos. Diante das particularidades de cada empreendimento metálico, deve ser elaborado manuais de fabricação e montagem, contemplando, dessa maneira, desenhos, diagramas, instruções de trabalho, especificações técnicas de procedimentos, no intuito de orientar todo o processo relacionado aos aspectos específicos de montagem, tipo de estrutura e concepções de fabricação.

As falhas na fabricação e montagem e os defeitos no processo de pintura fazem com que muitas empresas do ramo metal mecânico diminuam o padrão de excelência no mercado e fidelização de clientes. A seguir são apresentados exemplos de falhas na fabricação e montagem e no processo de pintura.

a) Falhas na fabricação e na montagem



Figura 17. Fabricação de treliças: Porosidade, respingos, mordedura, sobreposição, e trinca em junta soldada

Fonte: O autor



Figura 18. Montagem de boia flutuante: fixação de parafuso inadequada

Fonte: O autor

Poros, respingos, trinca, mordedura, sobreposição, são tipos de descontinuidades estruturais em juntas soldadas por fusão, que sinalizam falhas no processo de fabricação de um empreendimento metálico. Além disso, são exemplos de falha na montagem, a fixação de um parafuso de forma inadequada, isto, pode estar relacionado com falta de capacitação de mão de obra.

b) Defeitos na pintura

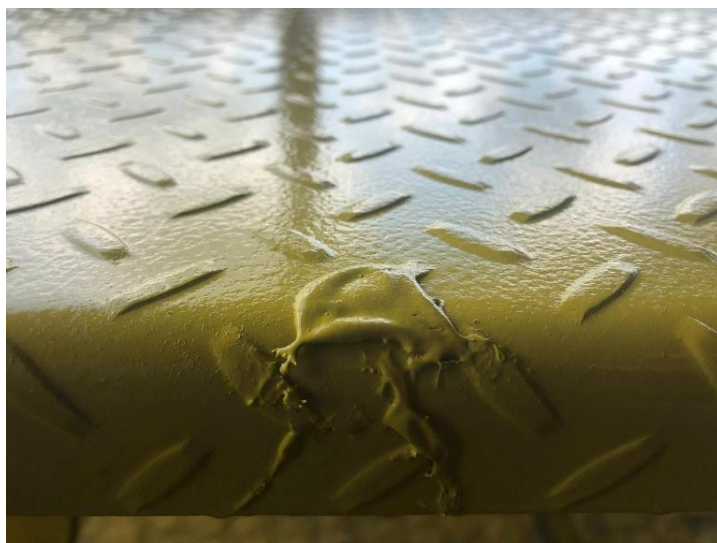


Figura 19. Enrugamento

Fonte: O autor

O enrugamento, é um exemplo de defeito durante o processo de pintura, este pode ser entendido quando a superfície de tinta apresenta-se irregular, com encolhimento ou ondulação da película. Segundo Souza (2017), uma das causas relacionadas, está em utilizar solventes muito voláteis ou a superfície está fria. O autor sugere que após secar, deve-se lixar as partes afetadas, preparar a superfície e repintar conforme especificação técnica.

2.5.1 ENSAIO NÃO DESTRUTIVO

Segundo Costa (2012), a importância do ensaio não destrutivo se dá para o controle do processo de produção, bem como para a verificação do desempenho dos produtos em relação aos agentes e ações a que estarão submetidos no decorrer de sua vida útil. A aplicação dos ensaios não destrutivos em estruturas metálicas, por exemplo, proporciona a verificação da isenção de defeitos, determinar a necessidade de manutenção, garante a melhor segurança operacional, aumentando a qualidade e produtividade, eficiência aos materiais, reduzem custos, e previnem riscos ambientais.

a) Inspeção visual e dimensional

Para Ferraresi (2014) este tipo de inspeção é aplicado em qualquer tipo de peça ou material, estando associados a outras técnicas de inspeção. Pode ser utilizada para verificar alterações dimensionais, padrão de acabamento superficial, paralelismo, observação de descontinuidades superficiais, deformações, trincas, corrosão muitas outras.

Uma das grandes vantagens deste tipo de ensaio, está em, segundo Souza (2016), simplicidade, ausência de equipamentos sofisticados e custo reduzido, porém, detecta apenas falhas superficiais, necessita de limpeza prévia da superfície deixando-a isenta de imperfeições que podem mascarar o ensaio.

2.6 SEGURANÇA E HIGIENE DO TRABALHO

Bianchi (2014) entende que o problema dos acidentes e doenças ocupacionais no setor metal mecânico, não é recente, pelo contrário, tem acompanhado o desenvolvimento das atividades do homem através dos séculos. Dessa maneira, Santos (2016), enfatiza que quando a temática é colocada como um valor para empresa, reflete em:

- Fortalecimento da imagem no mercado;
- Atendimento às demandas do cliente;
- Melhoria organizacional;
- Maior conscientização das partes interessadas;
- Atuação proativa nos processos de fabricação e montagem;
- Maior capacitação e educação dos empregados;
- Redução do tempo;
- Redução de investimentos em auditorias internas e externas;
- Minimização de acidentes e passivos;
- Redução de custos;
- Maior motivação dos recursos humanos;
- Menor índices de afastamentos de mão de obra;
- Aumento da qualidade dos processos de fabricação e montagem.

3 METODOLOGIA

Esta seção exhibe a metodologia utilizada para a parametrização dos processos de fabricação e montagem em uma empresa do setor metal –mecânico. Nesta, apresenta-se com base em dados de literatura e dados reais de chão de fábrica, os desenhos técnicos que norteiam os principais produtos do ambiente de estudo, as normas técnicas relacionadas, as propostas de modelos para procedimento de fabricação e montagem, de controle de qualidade, inspeção visual e dimensional da junta soldada, aspectos de segurança e higiene do trabalho e os registros fotográficos.

3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa objeto de estudo atua no setor de transformação metal-mecânico, está no mercado há mais de 15 anos e encontra-se situada Polo Industrial da Cidade de Santo Antônio de Jesus-BA. Sua missão é ser líder no fornecimento de soluções completas em estruturas metálicas, através da integração de talentos e capital, com total comprometimento com a satisfação do cliente e geração de valor para todos os públicos.

Compete a visão da empresa, ser referência regional no âmbito industrial metal mecânico consolidando-se como uma organização sempre em busca em superação de padrões, visando a excelência profissional e desenvolvimento pessoal e social.

Atua nos mais diversos segmentos da indústria, como alimentos, energia alternativa, petrolífero, fabricantes de máquinas e equipamentos, estações de tratamento de água e esgoto e serviços de infraestrutura.

Seus principais serviços, estão voltados nas áreas de calderaria, serralheria e pintura industrial. Agrega-se ao escopo de serviço, fabricação e montagem de estruturas metálicas, chaminés, tanques metálicos, gradil, alambrado, mezanino metálico, coberturas metálicas, mezanino metálico, peças e acessórios de máquinas e equipamentos.

Faz parte do layout industrial, máquinas como calandras, compressores, empilhadeiras, pontes rolantes, furadeiras, guilhotina, lixadeiras, CNC, máquina de solda MIG e eletrodo revestido, metaleira, serra fita, prensa viradeira, rosqueadeira, entre outros.

3.2 PROCESSO PRODUTIVO

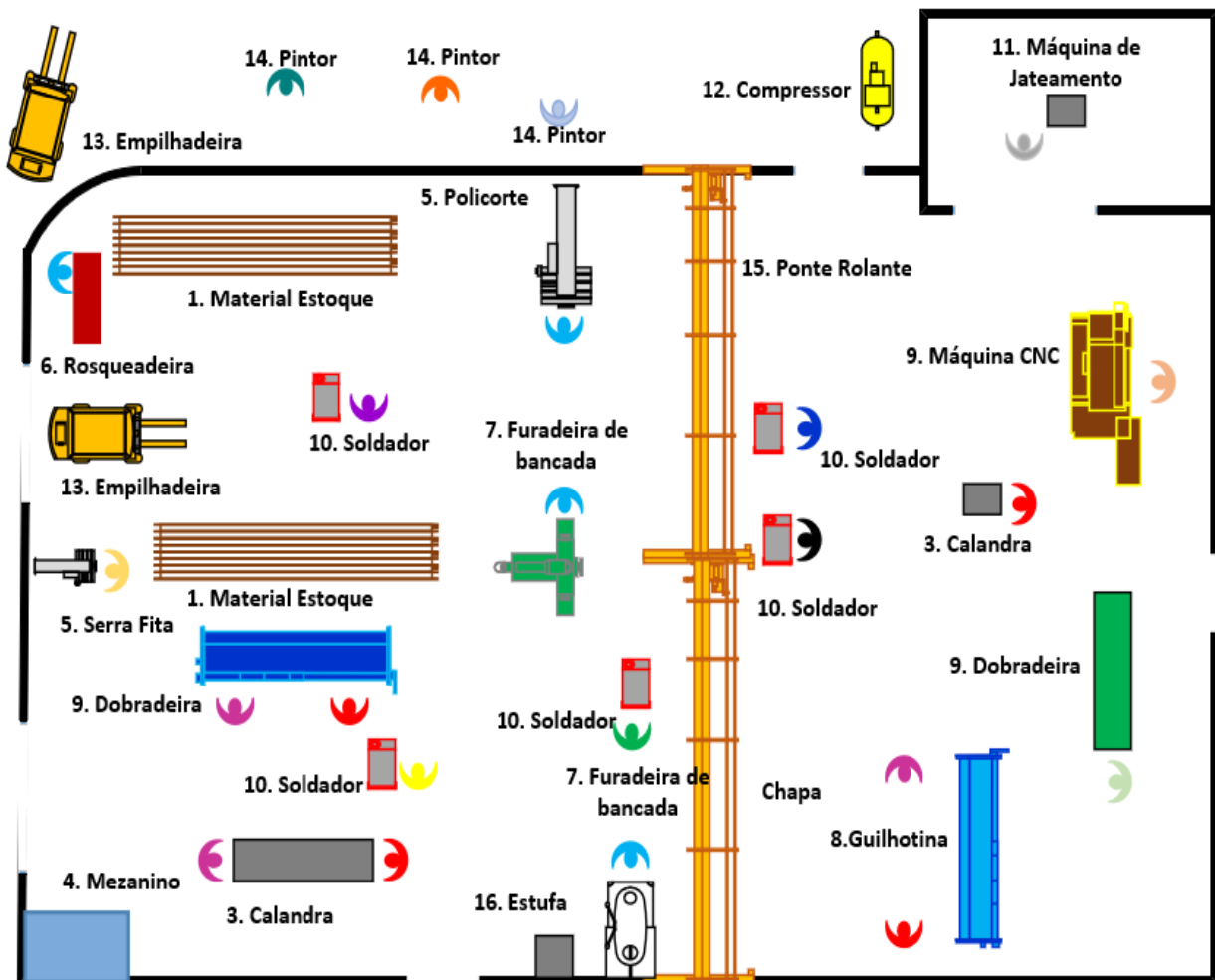


Figura 20. Planta industrial do processo produtivo da empresa em estudo

Fonte: O autor

Com os registros fotográficos e as visitas técnicas diárias ao setor de produção da empresa em estudo, é possível identificar as etapas que são executadas no processo de fabricação e montagem dos grupos de produtos. Estes produtos, são personalizados, o que torna os processos também personalizados. Isto é, não existe um processo fixo para o produto, ou seja, cada produto define um tipo de processo e vários processos de diferentes produtos, podem ocorrer ao mesmo tempo.

Quando se conhece o processo produtivo, observa-se as etapas críticas no que se refere à atribuição do valor peso para as peças fabricadas a partir da matéria-prima utilizada na manufatura das mesmas. A atribuição e interpretação destes valores é extremamente importante, pois dele partem informações de entradas e saídas que são controladas e gerenciadas pelo supervisor de produção e que podem ser modificadas pelo setor de engenharia do produto na medida que são identificadas.

O fluxograma da figura acima apresenta as principais áreas ligadas à manufatura dos produtos. A manufatura, inicia-se no setor de engenharia de produto, o qual é responsável por projetar novos produtos e desenvolver atualizações nos mesmos conforme solicitação de cliente ou a pedido da direção da empresa, a fim de melhorar e assegurar a qualidade e confiabilidade de seus produtos.

Finalizada a engenharia do produto, o setor de Planejamento e Controle da Produção juntamente com o setor de compras, encarrega-se de verificar a disponibilidade de materiais que serão utilizados na fabricação de determinado produto, por meio dos estoques in loco ou acessando o software de gestão que a empresa utiliza.

Esta etapa, pode ser crítica, pois se no recebimento das matérias primas, elas não forem adequadamente conferidas em relação à quantidade fornecida confrontando ao que informa a nota fiscal de compra, este valor a ser inserido criará uma discrepância entre a quantidade real e a quantidade informada pelo software de gestão, tornando-se um dado não confiável ao setor, podendo ocasionar produtos parados em linha por falta da matéria-prima ou altos volumes no estoque.

Para a ilustração processo produtivo é utilizado os recursos gráficos do programa Microsoft Visio. Com a disponibilidade de desenhos gráficos de equipamentos mecânicos, no programa, é possível trazer um arranjo real de toda unidade fabril, assim como, identificar os setores que englobam as etapas de fabricação e montagem. Dessa maneira, envolvem os processos de fabricação: corte, dobra, furo ou calandra. Na montagem estão intrínsecas as

atividades relacionadas a soldagem ou fixação de parafuso. Além disso, a etapa de acabamento, com a pintura.

Os setores de trabalho como, calandragem, guilhotina e dobradeira trabalham geralmente com os mesmos colaboradores (um operador e um ajudante), sinalizados nas cores vermelho e rosa. As atividades executadas nos postos de trabalhos, que utilizam a serra fita, rosqueadeira e furadeira, englobam apenas um colaborador, sinalizado na cor azul claro.

Em média, a empresa conta com 5 soldadores, que são peças primordiais nos processos de montagem. O setor de corte a laser é composto por apenas um operador. Grande parte do material de estoque, principalmente os perfis tubulares, ficam dispostos em prateleiras, próximos as entradas. As chapas ficam dispostas e espalhadas em todo o chão da fábrica e são transportadas por meio de ponte rolante.

A pintura situa-se fora do ambiente de processamento de matéria-prima. Neste setor estão dispostos três profissionais e um operador de empilhadeira que se encarrega de entregar o produto já finalizado da montagem para o setor. Após a pintura, se realiza o controle de qualidade aprovando o produto, seguindo para expedição e se necessário, montagem de campo seguido por assistência técnica.

3.3 PRINCIPAIS GRUPOS DE PRODUTOS

O portfólio da empresa estudada é dividido em dois grandes grupos:

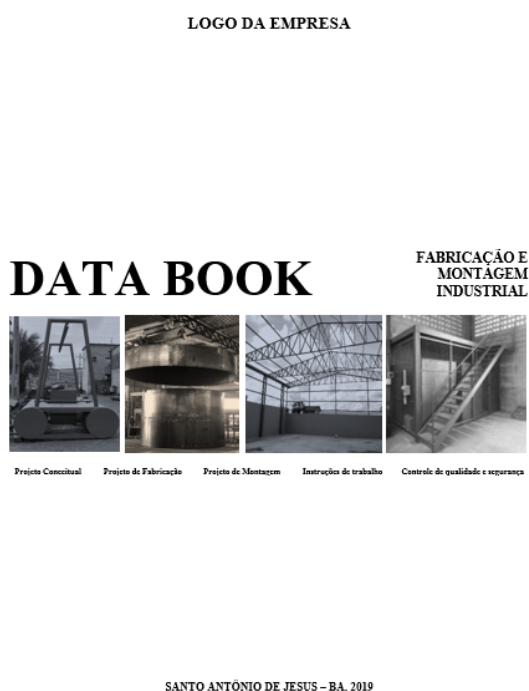
a) Grupo A: Estruturas Metálicas

- Galpão Industrial;
- Boia flutuante;
- Escada Marinheiro.

b) Grupo B: Tubulação

- Guarda corpo;
- Piperack;
- Tanque metálico;
- Chaminés metálicas.

3.4 DATA BOOK



LOGO DA EMPRESA	PROJETO:			
	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA			
	Data: / /	Revisão: / /	N.º de pág.	/
CAP 1. PROJETO CONCEITUAL				
1.1 DESCRIÇÃO CONCEITUAL				
1.2 OBJETIVO				
1.3 NORMA TÉCNICA				
1.4 DADOS DO EMPREENDIMENTO				
CAP 2. PROJETO DE FABRICAÇÃO, MONTAGEM				
2.1 DESENHO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM				
2.2 LISTA DE MATERIAIS				
2.3 ETAPAS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM				
CAP 3. CONTROLE DA QUALIDADE				
3.1 TIPO DE INSPEÇÃO OPERACIONAL		3.2 QUANTIDADE DE PEÇAS A SEREM INSPECIONADAS		
3.3 DESCONTINUIDADES				
3.4 ANÁLISE DE CAUSAS E EFEITOS				
CAP 4. SEGURANÇA E HIGIENE DO TRABALHO				
4.1 LISTA DE EPI E CONDIÇÕES GERAIS DE OPERAÇÃO				
CAP 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO				

Figura 21. Proposta de data book de processos de fabricação e montagem para a empresa em estudo

Fonte: O autor

A proposta de data book que contempla o objetivo do estudo, é baseada em cinco capítulos de grande relevância para o desenvolvimento do produto. A princípio, o cabeçalho é composto as informações prévias de projeto, como, nome do projeto, data de elaboração, data de revisão e o número de páginas.

3.3.1 Capítulo 1: Projeto Conceitual

- a) **Descrição conceitual:** Na descrição conceitual é apresentado o significado do projeto, ou seja, confirma-se que a melhor solução está sendo proposta para atender a um determinado objetivo. Nesta etapa também busca-se esclarecer o universo de aplicações, as vantagens e as possíveis limitações do projeto. Na verdade, é o momento que o executante conhece o que vai ser desenvolvido.
- b) **Objetivo:** O objetivo define o que o projetista pretende atingir, bem como, justifica a composição do documento de projeto. Além disso, as etapas do trabalho são brevemente apresentadas. Os objetivos tendem a serem descritivos e/ou explicativos.

- c) **Norma Técnica:** Este item, envolvem todas as normas relacionadas desde o projeto básico até o projeto executivo. As normas conferem ao projeto ser executado com segurança e dentro condições de padronização. Ao mesmo tempo, estas podem aparecer como premissas de projeto. Todos os empreendimentos parametrizados são frutos também, de uma norma técnica.
- d) **Dados do empreendimento:** Estes dados consideram parâmetros dimensionais, como por exemplo, área total, área construída, altura, capacidade volumétrica, comprimento, diâmetro, dentre outros.

3.3.2 Capítulo 2: Projeto de Fabricação e Montagem

- a) **Desenhos de fabricação e montagem:** O desenho de fabricação é resultado de desenhos em 2D ou 3D, representa os detalhes de cada peça a ser fabricada, as formas, as dimensões e as perspectivas do projeto. Por meio dele é possível identificar quais os processos de fabricação envolvidos para a construção do empreendimento metálico, assim como, prever o tempo para execução do projeto e o tipo de mão de obra aplicada. Geralmente os desenhos são compostos de diferentes cores, a fim de tornar a linguagem do desenho técnico compreensível, ou seja, os elementos de um desenho técnico são os responsáveis por passar a ideia do projetista para a pessoa responsável pela execução do projeto. Na grande maioria e principalmente no setor metal mecânico as dimensões de projeto é na unidade milimétrica. Faz parte do desenho técnico, o campo de informações do projeto. Neste campo é descrito como as peças devem ser fabricadas, caso haja alguma necessidade especifica e particularidade de processo. Além disso, nas informações do projeto constam o tipo de material, o significado das cores e das linhas, a unidade dimensional a ser considerada na leitura, dentre outros fatores. Os desenhos de montagem indicam as dimensões principais do produto, numerações ou marcas das peças, todas as dimensões de detalhes para colocação dos elementos de fixação e demais informações necessárias à montagem do produto. Um dos processos mais importantes em estruturas e tubulações metálicas é o processo de soldagem. Por conseguinte, nos desenhos de montagens estão intrínsecos, tipo de solda, tipo de consumível, posição de soldagem, peças a serem soldadas, locação, tipo e dimensão de todos os parafusos, soldas de oficina e de

campo. Nos desenhos de montagem estão sinalizados também as peças a serem pintadas, a quantidade de demãos e o tipo de tinta.

- b) Lista de Materiais:** A lista de material resume e organiza todos os materiais necessários para execução do projeto e composição do produto. Ela é dividida na grande maioria em seis colunas: item, descrição, unidade, quantidade, peso unitário e peso total. No setor metal mecânico é muito comum que as listas de materiais tragam informações como, peso. O peso influencia tanto no gerenciamento das aquisições, pois grande parte dos fornecedores de aço trabalham com essa unidade. No que diz respeito a logística, conhecer o peso do produto é de suma importância para que ele seja transportado dentre os limites de carga. É válido mencionar que, o uso de materiais similares aos especificados deve ser possível quando previamente aprovado pela contratante, ficando a contratada responsável pela comprovação da similaridade. Além disso, a relação de materiais devidamente especificados tem que ser anexas aos desenhos quando forem para o setor de produção. Os materiais e equipamentos deverão ser agrupados de maneira clara e precisa com os correspondentes quantitativos e unidades de medição.
- c) Etapas do processo de fabricação e montagem:** As etapas do processo são bases para a elaboração da Instrução de Trabalho (IT) para fabricação e montagem. A IT orienta a equipe trabalho para desenvolver as etapas de desenvolvimento do produto. Na IT está presente todos os processos que envolve cada empreendimento, assim como, as formas de executá-los. Esta etapa vai desde a operação em uma máquina, como condições de desempenho dos processos de fabricação. Na verdade, a instrução de trabalho é o passo a passo de como o colaborador deve executar aquele processo, sem erros e retrabalhos. Dessa maneira, para cada subgrupo de produto, é definida uma IT, acompanhada de um fluxograma de processo produtivo específico, como o da figura 20. Assim como a instrução para fabricação, na montagem, não é diferente. Todos os passos para a execução do trabalho são definidos. Faz parte da instrução de montagem, os seguintes aspectos: sequência e metodologia de montagem, posicionamento dos pontos de içamento, equipamentos de transporte e condições de processo de soldagem com base em norma específica.

3.3.3 Capítulo 3: Controle da Qualidade

- a) **Tipo de inspeção operacional:** A inspeção operacional é uma das etapas crucial dos processos de fabricação e montagem. Para cada subgrupo de produto é delimitado um tipo de inspeção operacional e o profissional capacitado a executá-la. Sabendo-se que a mesma pode ser visual e/ou dimensional, o produto é inspecionado a fim de atender as exigências do cliente e melhorar o processo de fabricação e montagem.
- b) **Quantidade de peças a serem inspecionadas:** Com base na quantidade de peças fabricadas é definido as peças que serão inspecionadas e as mais críticas.
- c) **Descontinuidades:** As descontinuidades são frutos do processo de inspeção anteriores. No data book é apresentado os possíveis tipos de descontinuidades para cada subgrupo, a fim de, na medida que o produto seja fabricado e montado, as falhas sejam encaradas como um ponto crítico para o processo. Conhecer os possíveis tipos de falhas, significa, sinalizar os gargalos do processo e também evitá-las.
- d) **Análise de causas e efeitos:** Nesta etapa se propõe conhecer as possíveis causas e efeitos de uma falha, na tentativa do operador atentar-se para as condições ideais de operação. Por exemplo, é de suma importância que se conheça os parâmetros de soldagem e suas condições na etapa do processo, uma vez que, uma amperagem elevada na máquina de solda, resulta em falhas de processos.

3.3.4 Capítulo 4: Segurança e Higiene do Trabalho

- a) **Lista de EPI e condições gerais de operação:** A lista de EPI contempla todos os equipamentos de proteção individual a serem utilizados pelos colaboradores envolvidos nos processos de fabricação e montagem dos subgrupos. Faz parte desses itens, máscara de solda, luvas, óculos, protetor auricular, dentre outros. As condições gerais de operações são discutidas com base nos aspectos da NR 12.

3.3.5 Capítulo 5: Registro Fotográfico

Compõe este capítulo todas as fotografias de projeto que já foram executados pelos colaboradores, com o intuito de trazer um sentimento de lembrança do que foi fabricado por eles ou por algum colega de trabalho. Neste momento o efeito de memória é crucial para que tenha-se proatividade e confiança frente a construção de um empreendimento.

Por meio das fotografias é possível monitorar o andamento do projeto, cumprir as exigências de prazos e especificações contratuais, medir a produtividade do trabalho obedecendo ao planejamento e ao orçamento estabelecidos

As fotos atuam, portanto, como um guia para auxiliar as diferentes etapas do processo, como união de peças, disposição, aspectos de pintura, etc. Elas também ajudam na prestação de contas com o cliente e servem como material para áreas de marketing e vendas divulgarem o empreendimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DATA BOOK

O Data Book é fruto do agrupamento de documentos de projetos da empresa em estudo que traz em sua composição, as informações pertinentes para execução dos processos de fabricação e montagem de empreendimentos metálicos. A elaboração da data book baseia-se em 7 projetos dos principais produtos da empresa, priorizando dessa forma, os que tem mais demanda.

Todo contexto parte de uma análise de projeto, das necessidades do cliente, das adequações, das análises de qualidade do produto e serviço, da minimização de custos com mão de obra e material e do maior aproveitamento de tempo. Este, está organizado e disposto na seção intitulada como anexo.

4.1.1 GRUPO A: ESTRUTURAS METÁLICAS

O grupo de estruturas metálicas, envolve projetos das seguintes naturezas: galpão metálico, bóia flutuante e escada marinheiro. Com base em dados históricos da empresa, estes produtos nos últimos 2 anos, apresentou vendas significativas para a empresa, refletindo em grande procura por mão de obra e conseqüentemente oportunidades de emprego para a região.

▪ **Projeto 01: Galpão Metálico**

Os galpões metálicos são constituídos de sistemas estruturais compostos por pórticos regularmente espaçados, com cobertura superior apoiada em sistemas de terças e vigas ou tesouras e treliças, destinados para uso comercial e industrial. Um dos fatores que impulsiona o seu uso, é o tempo de construção quando comparados a uma obra de concreto.

Os projetos estruturais de galpões, se baseiam em normas técnicas que garantem a padronização dos empreendimentos, a qualidade do produto, manutenção ao longo da vida útil e critérios de segurança a nível de execução da obra e dos cálculos. Faz parte do estudo normas como, a NBR 8800/86, N293, AWS D1.1/96 e N13.

O projeto em estudo, é resultado de uma obra que teve início de sua execução em janeiro de 2019. Sua configuração dimensional métrica encontra-se em 6.376,09m², conforme demonstrado no anexo, definido mediante medição in loco e o tipo de aplicação. Esta última se classifica como, comercial.

De acordo com a necessidade do cliente, apresentada graficamente por meio dos desenhos 2D e 3D e visitas técnicas, alguns parâmetros de projeto foram alterados após uma análise do local da obra que avaliou a topografia e o tamanho dos obstáculos nas redondezas. Todas as alterações do projeto, foram autorizadas pelo cliente, acompanhado por engenheiro estruturalista e a empresa em estudo, pensando em uma fabricação com menores custos, segurança e maiores aproveitamentos do espaço disponível.

Neste sentido, fica evidente que existe uma relação única entre todas as partes envolvidas, pois, a combinação em projetar, calcular, fabricar, transportar e montar uma estrutura de aço, fornece a solução mais econômica e mais eficiente. Integrar todas essas fases do projeto, desde a concepção até a sua manutenção, faz com que o mesmo atinja a vida útil esperada.

Os processos de fabricação e montagem, são contextualizados inicialmente, por meio de planos de corte e detalhamentos, que se baseiam na planta baixa. Antes de iniciar qualquer processo, desenhos são elaborados a fim de apresentar para o recurso humano todas as peças que serão produzidas.

As etapas de fabricação e montagem do galpão metálico, obedecem às etapas de instalação da obra. Dessa forma, as peças, especificamente para um galpão, são produzidas na seguinte ordem: insertes ou chumbadores, pilares, tesouras, terças, separadores, esticadores, cobertura, fechamento lateral, calha e rufo.

Os chumbadores são peças que fazem parte da fundação da estrutura. Os pilares recebem as cargas e são responsáveis pelas reações. Tesouras, terças e separadores são responsáveis para receber cargas da cobertura metálica. Os esticadores são peças responsáveis para travamentos contra elementos de vibração, por exemplo, o vento.

Os materiais que englobam todo o projeto estrutural, na grande maioria, são perfilados simples e enrijecidos, barras redondas, vigas W, chapas para apoio, telhas e bobinas que compõe peças como rufos e calhas. As calhas e rufos são colocadas ao longo dos beirais e nos locais apropriados para receber a água que corre do próprio telhado ou de forma direta.

Os processos de fabricação e montagem se configuram neste cenário, como: corte, soldagem, furação e rosqueamento. Cada peça recebe identificação exclusiva, e tem puncionado através de alfa numérico, seguindo a identificação dos desenhos de detalhamento fornecido pelo setor de engenharia de produto, juntamente com o supervisor de produção.

Respeitando a ordem sequencial de peças a serem fabricadas, os chumbadores são processados por corte, na policorte, mediante disco com 12", por um colaborador, e liberados para o rosqueamento. Após, todas as peças processadas, o soldador recebe as mesmas e por meio do processo de soldagem, eletrodo revestido, realiza o processo de montagem, com solda de filete, utilizando eletrodo EE7018, pois apresentam grande resistência mecânica a ruptura.

Os pilares são cortados por biselamento por processo de soldagem oxiacetileno, devendo a superfície final apresentar-se sem irregularidades e resíduos de corte. O verniz para proteção do bisel é usado, conforme produto aplicado na qualificação do procedimento de soldagem. Após a traçagem e corte, é transferida a identificação para as chapas de apoio dos pilares e a marcação dos sentidos. No acoplamento é verificado após a montagem e antes da soldagem, a uniformidade da abertura de solda e posicionamento dimensional do perfil W, a coluna do pilar. O tipo de solda que une a chapa de apoio e os pilares são do tipo filete.

Assim como os chumbadores, os esticadores realizam os mesmos processos de corte e rosqueamento. As terças e os separadores são apenas cortados. As tesouras são processadas na policorte, ponteadas pelo processo de eletrodo revestido, com utilização de eletrodo 6013, e depois é realizado o cordão de solda com o processo MIG, utilizando arame tubular cobreado de 1,2mm. Os tipos de soldas utilizados na montagem de tesouras metálicas, são filetes e topo.

Concluídos os processos de fabricação, as peças são inspecionadas, limpadas e liberadas para o processo de pintura. A terças e separadores são aplicadas tanto na estrutura para cobertura, tão quanto na estrutura do fechamento lateral. Telhas do tipo simples, espessura 0,43mm, são usadas para cobertura de todo galpão e do fechamento. Estas são fixadas por meio

de parafusos na estrutura. O tipo mais comum é parafuso auto atarraxante com ponta broca e arruela de vedação.

Os acessórios, batentes, peças de içamento, dispositivos provisórios para auxílio de instalação in loco, são feitos na estrutura, quando necessário. Nesse caso, utilizou nas tesouras, para que as mesmas fossem içadas em campo.

Caso ocorram danos superficiais nos chanfros durante a operação de montagem, estes devem ser reparados por esmerilhamento ou soldagem (máximo 20% da espessura). As estruturas não deverão apresentar rebarbas, mossas, respingos de solda e os filetes de solda deverão ser esmerilhados e apresentar superfície regular e uniforme. As discontinuidades em chanfros, bem como as discontinuidades de laminação devem ser analisadas e avaliadas.

A pintura é executada de acordo com o procedimento de pintura industrial e/ou procedimentos e exigências do cliente. Todos os serviços de montagem e desmontagem devem obedecer rigorosamente às normas de segurança vigentes.

As discontinuidades em chanfros, bem como as discontinuidades de laminação devem ser analisadas e avaliadas. Além disso, todas as peças estruturais devem ser inspecionadas, conforme projeto, com o auxílio de elementos de medição. O tipo de inspeção, neste caso pode ser visual e/ou dimensional. É avaliado sempre que necessário após a finalização de cada processo as causas e efeitos das possíveis discontinuidades. Muitas delas são justificadas pelos parâmetros de medição, como baixa vazão de gás, durante o processo de corte com o maçarico, amperagem elevada durante a soldagem, obstrução dos bicos, dentre outros.

Seguindo os padrões de segurança, os colaboradores que operam a policorte, esmelhiradeira, guilhotina, rosqueadeira, devem usar protetor auricular, botas, luvas e óculos de proteção, bem como, os colaboradores que trabalham com corte em maçarico e processo de solda MIG, devem usar luvas de vaqueta, protetor auricular, máscara de solda, aventais, perneiras, touca de soldador e mangote de raspa. Devem evitar aparelhos celulares, conversas paralelas e gritos no chão de fábrica. Devem sinalizar rapidamente qualquer condição inadequada ao seu ambiente de trabalho. Todo este tipo de procedimento, se justifica, a fim de se evitar acidentes e prezar pela saúde e segurança de todas as peças envolvidas.

▪ **Projeto 02: Bóia flutuante**

As boias flutuantes são constituídas de dois cilindros metálicos em chapa e estruturas compostas de perfis. Estas, são aplicadas em atividades operacionais para tratamento de água.

A boia em estudo, apresenta as seguintes características dimensionais: 1,5 m de altura da base, 0,9 metros de largura da base, distância entre cilindros de 1 metro, largura total 3 metros.

Assim como, o galpão metálico, para execução dos processos de fabricação e montagem da boia flutuante, é elaborado o plano de atividades, identificando todos os detalhes que os profissionais envolvidos devem executar. Uma das normas envolvidas durante ambos os processos são as normas AWS D1.1/96- American Welding Society e N13 – Requisitos técnicos para serviços em pintura.

Compõe a boia flutuante, os seguintes elementos: cilindros, base, piso superior e inferior, suportes para pisos, cavaletes, banzo superior do cavalete. Os materiais que constituem estes elementos são, chapas lisas e xadrez, tubo galvanizado e viga I.

As peças de base e sobrebase e os flanges dos cilindros são cortados a laser na máquina CNC. O desenho em CAD é exportado para o programa da máquina e o operador realiza todos os procedimentos para o corte das peças. Em seguida os flanges são depositados próximos a furadeira de bancada, em que os procedimentos de furação são efetuados.

Os cilindros são fabricados com corte em maçarico e depois conformados. Os operadores realizam o processo de calandragem na calandra de 3 rolos e com o auxílio de uma trena alcança o diâmetro estabelecido no projeto. O ponteamto é executado no bisel ou utilizando-se dispositivos auxiliar (batoques, cachorros, batentes e guias) utilizando-se o procedimento de soldagem a ser utilizado na junta bem como dispositivos com o mesmo material da junta a ser soldada. Utiliza-se também, dispositivos tipo gabaritos para efetuar o travamento das peças e manter abertura de soldagem. O tipo de solda para fechamento dos cilindros, é a solda de topo único e V reforçado.

O cavalete e os banzos são fabricados mediante processo de corte na policorte e montados por meio de processo de soldagem com eletrodo revestido. O eletrodo mais comum neste tipo de aplicação é o E7018. O piso da boia flutuante é fabricado por meio de processos como corte de chapa na guilhotina e conformação do tipo dobra nas extremidades, afim de aderir a peça sobre a estrutura de cantoneira.

Após montagem e acabamentos, a boia flutuante é levada para o setor de pintura em que as peças são pintadas com tinta epóxi. A tinta epóxi é aplicada neste tipo de produto e em todo produto, visto que, apresenta resistência a variações de temperatura, resistência mecânica e abrasiva, qualidade no acabamento e facilidade para limpeza e manutenção.

Os pontos críticos a serem inspecionados, neste sentido, se configura como, pinturas dos cilindros, juntas de soldas em elementos de suportaçãõ. As possíveis discontinuidades na pintura são enrugamentos e ausência de pintura em partes do empreendimento. O enrugamento

é justificado, quando ocorre a diluição inadequada de solventes juntamente a tinta e o processo de limpeza da superfície antes da pintura, é realizado de maneira inadequada.

Colabores no processo de montagem dos cilindros, corte de chapas, soldagem, processo de pintura devem prezar pela utilização de EPI's, não esquecendo de antes de iniciar qualquer tipo de atividade, utilizar, usar protetor auricular, botas, luvas e óculos de proteção e máscaras.

▪ **Projeto 03: Escada Marinheiro**

A escada marinheiro é um empreendimento metálico, aplicado para acesso em locais de acesso restrito, como reservatórios elevados e barriletes. As normas envolvidas em um projeto de escada marinheiro são, NR12, NR18, NR35 e ABNT 15708-2. A escada desenvolvida pela empresa em estudo, tem os seguintes dimensionamentos: altura de 10 metros, largura de degraus 0,45m e espaçamentos dos degraus, 0,30 metros. Os dois últimos parâmetros são exigidos pela norma ABNT 15708-2.

Os desenhos em 2D e 3D apresentados na seção anexo, descreve de forma gráfica, as partes e a estrutura de uma escada marinheiro. Constitui uma escada marinheiro, colunas, apoio para pés, aro do guarda-corpo, estrutura vertical do guarda corpo e suporte de fixação. São envolvidos neste tipo de fabricação, materiais, como tubos industriais de 2" (colunas) e 3/4" (apoio para pés), barras chatas de 2"x3/16" (aro para guarda corpo) e na 1"x3/16" (estrutura vertical do guarda-corpo).

O processo de fabricação das colunas e dos apoios para pés envolve apenas o processo de corte mediante valores descritos em projetos. Os apoios são ovalados de forma de ocorra o encaixe das peças e a soldagem. A máxima ovalização permitida em tubos estruturais deve ser menor que 1% do diâmetro nominal ou 6 mm, medidas nas extremidades do tubo. Em estruturas tubulares a distância mínima entre soldas longitudinais da ramificação e um componente, ou entre componentes, durante a montagem da estrutura, deve ser de 300mm ou 30 graus. As medidas dos diâmetros para cálculo da ovalização devem ser feitas, no mínimo, em quatro pontos espaçados de 45°. O tipo de solda para este tipo de ligação é solda de todo.

O aro do guarda corpo é fabricado por dois processos, corte mediante circunferência e conformação na calandra até diâmetro estabelecido na norma equivalente a 0,7m. Após a fabricação do aro, as barras chatas que compõe a estrutura do guarda corpo é soldada aos aros, compondo o guarda corpo. Por fim, o mesmo é soldado por eletrodo revestido na estrutura da escada, constituindo a escada marinheiro. O guarda corpo é montado respeitando uma altura

da base da escada de no mínimo dois metros, de forma que o profissional de manutenção, ou aqueles que irão ter acesso a algum tipo de atividade, possa ter acesso.

Assim como os dois grupos de projetos apresentados anteriormente, os critérios de segurança do trabalho devem ser estabelecidos e obedecidos durante o processo de fabricação e montagem e as condições de qualidade também.

4.1.2 GRUPO B: TUBULAÇÃO

▪ **Projeto 04: Guarda corpo**

O guarda – corpo é um item de segurança, utilizado para proteção contra eventuais acidentes de trabalho e/ou transporte. Constitui-se de travessas, montantes, rodapé e/ou tela. A estrutura do guarda-corpo, segundo anexo deste estudo, caracteriza-se com montantes verticais com altura de 1,10m, produzidos com tubos SCH 40 de 4” e 1”.

Os processos de fabricação e montagem na construção do guarda corpo em estudo, são basicamente, corte e soldagem. As finalizações das barras do guarda-corpo são arredondadas com o processo de corte utilizando o maçarico, respeitando raios variando de 10cm em que fixação é entre barras horizontais e verticais. Além disso, os encaixes entre o montante superior e o travessão, se dá com corte de tubo em 45°. A fixação do conjunto guarda-corpo no piso se dá através de chapa de aço 3/16” e chumbador com barra redonda de 3/8”. As peças se encaixam uma na outra, por processo de soldagem do tipo topo e filete. Toda a fabricação deve os procedimentos explicitados no anexo para a execução do objeto.

Em casos em que houver divergência de procedimentos, a Fiscalização deverá ser consultada. Todos os procedimentos executivos deverão obedecer às normas regulamentadoras, as normas da ABNT e as boas práticas construtivas. Dessa forma a construção do data book se justifica neste contexto, quando com a utilização do mesmo, profissionais possam orientar as práticas de boa execução, de forma a interpretar as formas e dimensões dos desenhos com fidelidade, e empregando somente material com qualidade e características especificadas.

Assim como os demais produtos, é necessário conforme o anexo, verificar as peças críticas do empreendimento, a fim de identifica-las e saná-las. Para o tipo de produto é necessário atentar-se as discontinuidades de solda, pintura e falhas de dimensionamento de peças nos processos de fabricação que conseqüentemente impacta na montagem. Assim como nos anteriores é de suma importância obedecer a todos os quesitos de segurança do trabalho no chão de fábrica.

O registro fotográfico, é uma referência do tipo de produto similar ao parametrizado, para que nas futuras fabricações o operador de produção tenha uma modelo referência a seguir, e mesmo que, o material tenha alterações diante de um universo de aplicações, é possível seguir os procedimentos e principalmente repetir o processo.

▪ **Projeto 05: Piperack**

O Piperack é um tipo de estrutura que tem a finalidade de suportar ou estocar uma linha de tubulação. Sua estrutura é composta de perfis soldados desenvolvido de acordo com as exigências do cliente final. Os materiais constituem os montantes verticais que separam os tirantes montados a 45° entre os banzos. O modelo memoriado na seção anexo é um modelo específico do cliente.

As peças do Piperack são cortadas conforme processo de fabricação de acordo com os valores dimensionais explícitos nos desenhos de fabricação. Os cortes são realizados de acordo com a sequência de peças a serem montadas e por grupos. É preferível que as peças sejam cortadas por partes, ou seja, cortadas todos os montantes, depois todos os banzos e daí sucessivamente. Isto é, reduzir erros de processos e ter maior aproveitamento de material. Após o corte de todas as peças, são realizados os processos de montagem.

No processo de montagem é feita uma imagem do que será montado no chão, com o auxílio de linha e giz. Esta metodologia de trabalho previne que o profissional da montagem, unam as peças desalinhadas e fora de um modelo e procedimento estabelecido. O processo inicial de soldagem é executado por meio de eletrodo revestido, utilizando eletrodo 6013. Para a execução do cordão contínuo, utiliza-se arame cobreado tubular. O tipo de solda realizado é topo e filete.

▪ **Projeto 06 e 07: Tanque metálico e Chaminé de equilíbrio**

Os reservatórios de água para combate a incêndio são construídos especialmente para armazenar e bombear uma quantidade de água em caso de incêndios. Possuem estrutura cilíndrica. São obrigatórios principalmente em segmentos industriais e prediais e devem estar posicionados a uma distância próxima às estações de carregamento, de forma a garantir uma melhor operação. A configuração dimensional estudada possui as seguintes características, 137m³ de capacidade útil, diâmetro externo 4,5m e altura com 8m.

As chaminés de equilíbrio, são dispositivos que atuam proteção de oscilações e de pressão interna ocasionadas por manobras operacionais como o acionamento e desligamento de bombas, abertura e fechamento de válvulas ou, até mesmo, em casos de falta de energia elétrica. O modelo na seção anexo tem 6,60m de comprimento, diâmetro externo 0,76m e 5 conexões.

Os desenhos de fabricação e montagem explícitos no databook anexo, trazem todas as informações de como as peças devem ser processadas e montadas. Os processos tanto para o tanque metálico quanto para chaminé são os mesmos, ou seja, corte e conformação do tipo calandra.

As chapas são unidas no chão afim de representar a planificação dos cilindros. As mesmas são utilizadas de acordo com medidas comerciais e/ou as sobras dentro da produção de algum outro empreendimento. Para montagem dessas chapas utiliza-se ponteamento com eletrodo revisto. Após as chapas serem montadas a mesma é levada para conformação. O equipamento disponível no setor tem a capacidade de calandrar chapas até 6 metros e espessura de 5/8". Com auxílio de elemento de medição, por exemplo trenas, o profissional, conforma a chapa e vai medindo até que a mesma consiga adquirir o diâmetro contido no projeto.

Em seguida, é realizado o ponteamento com processo de soldagem por eletrodo revestido utilizando-se cachorros. São também empregados dispositivos tipo gabaritos para efetuar o travamento das peças e manter abertura de soldagem. Realizado o ponteamento, no caso da chaminé é riscado as aberturas para acessórios obedecendo alinhamento do projeto. Os flanges dispostos na lista de material para a chaminé, são comprados, visto que para a aplicação em questão os mesmos não devem ser usinados. O corte da abertura para os bocais é realizado com o auxílio do maçarico.

As peças de acessórios no caso do tanque para incêndio, tendem a seguinte característica, grade de proteção no teto com altura de 1,10m; Escada interna fixa tipo marinho, conforme NR 8; Escada externa tipo marinho; Guarda corpo na escada externa; Boca de visita no teto Ø 500 mm, constituído de chapa 3/16" e bocais p/ conexão da tubulação (flangeados), conforme projeto.

O processo de pintura interna para o reservatório de incêndio, é caracterizado com aplicação de duas demãos a base de primer epóxi a base de água, totalizando em média 60 micrômetros cada de espessura seca na branca. Aplicação de 02 demãos em média 60 a 80 micrômetros cada, a base de epóxi na cor vermelha. Para a chaminé, aplicou-se tinta em zarcão em toda a estrutura.

O controle de qualidade em reservatórios e chaminés devem serem principalmente nos cordões de solda, que unem os anéis. Este pode ser realizado por meio de ensaio não destrutivo,

visual ou dimensional. Os cordões não devem ter ausência de material depositado, tão pouco, falhas por trincas, o que podem resultar em falhas operacionais gravíssimas, principalmente por vazamentos. No entanto, é necessário observar de forma muito criteriosa e específica estes serviços.

Assim como o grupo de produto A, os empreendimentos metálicos do grupo B, por política interna da empresa deve seguir os requisitos de segurança da empresa, visto que o acidente de trabalho por aspecto econômico da empresa representa ao empregado, apesar de toda a assistência não lhe garante necessariamente o mesmo padrão de vida. E, dependendo do tipo de lesão sofrida, tais benefícios, por melhores que sejam, não repararão uma invalidez ou a perda de uma vida. Na empresa, a perda de tempo em atividades, resulta em prejuízos econômicos, que se reflete com a danificação de máquinas, equipamentos, perda de materiais e além disso, custos diretos com o afastamento de mão de obra da empresa.

4.2 ANÁLISE DE CUSTO DOS GRUPOS DE PRODUTOS

A composição do custo total, fator decisivo para precificação de empreendimentos, é fruto do custo diretos e indiretos que compõe a obra. Os custos dos grupos parametrizados são unitários, ou seja, para cada item de material, tem-se uma unidade, em quilo, caixa, galão, etc. Os custos referentes a mão de obra são contabilizados em hora trabalhada.

Após a discriminação de todos os custos discriminados, existe a cotação de preço dos materiais, com base na lista de fornecedores da empresa em estudo. Numa planilha são montados os custos associados, material, mão de obra, imposto de nota fiscal, BDI, despesas diversas, por exemplo com abastecimento de viagens a obra.

Estes processos anteriores fazem parte da estimativa de custo, orçamento preliminar e orçamento analítico e detalhado. No decorrer da realização da obra, são lançados no sistema interno da empresa, todos os custos associados ao empreendimento, para que por meio dos relatórios sejam lançados o lucro, a receita e as despesas.

Diante das análises dos processos de fabricação e montagem, que são frutos do orçamento, pode-se quantificar quais grupos de produtos aderem maiores custos em sua execução. Diante disso, o grupo A, sobressaído com a estrutura de galpão metálico, sinaliza os maiores custos para a empresa. Tanto pela diversidade dos materiais utilizados, quanto pela mão de obra empregada e dos dias para a sua execução.

No grupo B, os maiores custos ficam evidentes com o projeto 06 e 07, pois a mão de obra empregada é custosa, e os itens, como acessórios, requerem muito detalhes e muito material empregado.

Segundo dados históricos da empresa, que se referem as ordens de compras e as ordens de produção em aberta, assim como os documentos auxiliares de vendas, os dois principais subgrupos mais vendidos pela empresa, são: estrutura para galpão metálico e tanques. Este ultimo item, pode ser tanques para aplicação em incêndio, para reservatórios de água, e dentre outros, bem como, a estrutura de galpão, pode ser arqueada, triangular, com duas águas e uma água. Ambos os subgrupos refletem em maiores rendimentos para empresa, nos dias de hoje, desde 2015.

4.3 LAYOUT PRODUTIVO E SEGURANÇA DO TRABALHO

Com base no mapeamento do processo e no acompanhamento das condições de trabalho na empresa em estudo, verificou-se que os EPI's na grande maioria das vezes só são utilizados quando o supervisor de produção está presente. Há uma certa resistência por funcionários, em se adequar ao uso, principalmente pelos novos colaboradores, pois os mesmos entendem que não há necessidade de usar.

Nesta observação constatou que os postos de trabalhos que mais precisam de atenção é o setor de corte pois, as ferramentas disponíveis, principalmente as mesas que suportam as chapas, não são adequadas para manuseio. Quando as peças são cortadas na guilhotina as mesmas caem diretamente no chão, o que demanda que o profissional responsável exija de seu corpo maiores esforços. Neste sentido, o quesito, ergonomia, fica comprometido e o operador acaba se submetendo a péssimas condições de trabalho.

Os setores de dobra, conformação e os postos de trabalho de soldagem, encontra-se em melhores condições de trabalho para o operador, quando comparado ao de corte. Um outro ponto observado é a falta de armazenamento correto das chapas, pois as mesmas ficam dispostas no chão, podendo ocasionar em grandes acidentes de trabalho. Além disso, o piso não é sinalizado, separando as áreas que podem serem transitáveis.

Devido ao crescimento da empresa, com oferta e procura, o espaço tornou-se pequeno para alocação de máquinas, pessoas e matéria-prima. Dessa forma, percebe que o layout se configura como inadequado. A maneira como as máquinas estão rearranjadas não leva em consideração o fluxo corrente do processo produtivo, ocasionando em excesso de movimento e pessoas em um mesmo ambiente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A parametrização dos grupos de produtos, estruturas metálicas e tubulações, concentrou-se em setes projetos de empreendimentos metálicos que representam os maiores números de vendas para a empresa em estudo, classificando-se como: estrutura para galpão metálico, escada marinheiro, guarda-corpo, chaminé de equilíbrio, reservatório de água, piperack e boia flutuante.

O processo de parametrização permite avaliar aspectos importantes que se traduzem nesse contexto: mapeamento de processo de fabricação e montagem, conhecimento de materiais, controle de qualidade, análise de custos, layout produtivo e segurança do trabalho. Estes aspectos se somam e sobressaem com a manutenção da empresa no mercado.

O conhecimento sobre os processos de fabricação e montagem atinge setores na empresa desde a aquisição de materiais até a expedição. Conhecer todo o processo para a fabricação e montagem de um produto é saber os gargalos que tem no setor de produção, é entender a necessidade dos profissionais e das máquinas. É, dentre muitas maneiras, adequar máquinas e equipamentos nos padrões de segurança. É investigar desperdícios e construir formas de maior aproveitamento de materiais, mitigação de acidentes e tempo.

Dessa forma, constatou-se que diante de um processo de observação diária, a existência de caminhos para se economizar matéria prima, conscientizar pessoas com o uso de EPI, além disso, despertar no operador os cuidados que devem ter com toda ferramenta e equipamentos utilizados para construção do produto. Com o processo de conscientização é possível corrigir erros de manuseio de equipamentos e interpretação de desenhos. Muitas vezes, o profissional carrega vícios que levam-lhe ao erro. Infelizmente, a grande maioria tende a generalizar os processos e acreditam que se uma forma deu certo as demais deixam de serem necessárias. A parametrização aparece nesse contexto para romper estes pensamentos, de forma que antes de qualquer execução se conheça o que será construído.

A compreensão das etapas dos processos em estudo, gera resultados diretos no chão de fábrica pois, não há perda de tempo e nem execução de forma equivocada. Outro ponto que deve ser mencionado é o quesito qualidade. O controle de qualidade dos processos tende a ser severos, ou seja, corrigir uma falha inicialmente, garante maiores resultados no final da obra. Por conseguinte, o data book, traz possíveis exemplos de descontuidades a serem observadas, o tipo de inspeção a ser realizadas e as medidas preventivas para cada caso.

Desse modo fica como sugestivo para proposta de melhoria:

- **Parametrizar outros projetos de forma a abranger o databook para novas áreas**, uma vez que a empresa terá um maior número de processos definidos, documentados e claros.
- **Analisar custos e lançamentos**, pois é necessário que o setor financeiro e de produção saiba o quanto está se gastando com material, mão de obra e outras despesas. Atualmente a empresa tem um gasto com combustível exorbitante que são direcionados para cada ordem de produção, o que impacta diretamente no lucro final.
- **Construir uma nova planta industrial e dispor de um novo layout**. Fica sugestivo análises rigorosas e criteriosas de toda a unidade fabril, com análise de tempo empregado em cada empreendimento, bem como, análise de desperdícios por conta do atual arranjo físico, mão de obra ociosa, movimentação no setor de produção, dentre outros fatores.
- **Instalar de linguagem visual**. A linguagem visual representa, todo tipo de informação que podem ser percebidas no chão de fábrica. Estas informações podem se referir a segurança do trabalho, como por exemplo, os riscos associados ao setor de produção, além disso, sinalização de áreas transitáveis. Pode-se analisar também a necessidade de manutenção preventiva, visto que as máquinas e equipamentos requerem este tipo de atenção.
- **Construir de suporte para armazenamento de chapas**. Avaliar a necessidade de se construir um suporte para deposição de chapas é de extrema importância pois as mesmas ficam despostas no chão, o que conseqüentemente pode acarretar em algum tipo de acidente de trabalho. Além disso, com as mesmas organizadas, facilita o processo de identificação para posterior utilização em empreendimentos, pois fica mais fácil e confortável, dimensionar com auxílio de um paquímetro a espessura da chapa.

6 REFERÊNCIAS

ANTUNES, Luciana Soares; SEHNEM, Simone; DE LIMA, Maurício Andrade. Análise do planejamento e controle de produção no setor de usinagem, corte e conformação em indústria metal-mecânica. *Navus-Revista de Gestão e Tecnologia*, v. 4, n. 1, p. 22-34, 2014.

BARBEDO, Nancy Del Ducca. Avaliação comparativa dos processos de soldagem GMAW e FCAW utilizando aço ASTM A-36 para verificar a soldabilidade, propriedades metalúrgicas e geométricas, e resistência mecânica. 2011.

BASSO, Andressa. Custo gerado por falhas internas no setor produtivo: identificação de suas principais origens em uma empresa do ramo metal mecânico de Caxias do Sul-RS. 2017.

BIANCHI, Henrique. Riscos existentes nos ambientes de soldagem em uma indústria metalúrgica. 2014.

COELHO, Christiano Farias. BARROS JÚNIOR, Luciavan Pereira; O monitoramento da soldagem com controle da qualidade na indústria naval. 2015.

CORRER, Ivan; DA SILVA COVRE, Jéssica; DA SILVA, Regina Cristina. MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO EM EMPRESAS DE PEQUENO PORTE DO RAMO METAL MECÂNICO POR MEIO DA OTIMIZAÇÃO DE ARRANJO FÍSICO. 2013.

COSTA, Fabio Gomes da. Manutenção das estruturas metálicas com utilização dos ensaios não destrutivos. **Congresso Constru Metal**. ABCEM, 2012.

DUARTE, G. D. O Controle da Qualidade em Processos de Produção Mecânica Não-Seriada. **São Paulo**, 2010.

FALEIROS, João Paulo Martin et al. O crescimento da indústria brasileira de estruturas metálicas e o boom da construção civil: um panorama do período 2001-2010. **BNDES Setorial**, n. 35, mar. 2012, p. 47-84, 2012.

FARDIN, HENRIQUE DELBONI; JUNIOR, MOACYR ROLIM. ACOMPANHAMENTO DA UTILIZAÇÃO E DO CONTROLE DE QUALIDADE DAS SOLDAS NA CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DE PONTES METÁLICAS. 2009.

FERRARESI, Valtair Antonio. Ensaio visual e dimensional. Disponível em: <ftp://ftp.mecanica.ufu.br/.../INSPEÇÃO%20VISUAL-%20ABS%20-%20Valtair-ufu>. Acesso em: 01 de março de 2019 às 08h00min.

FRUCHTENGARTEN, Julio; CAMPELLO, Eduardo de Moraes Barreto. Dimensionamento de estruturas de aço. **São Paulo: Núcleo de Tecnologia da Construção Metálica**, 1988.

GERMANO NETO, Douglas. Definição de parâmetros para procedimento de montagem por interferência de eixo e flange. 2012.

GUARNIER, Christiane Roberta Fernandes. Metodologias de detalhamento de estruturas metálicas. 2009.

JÚNIOR, Raad; AZIZ, Antoine. Diretrizes para fabricação e montagem das estruturas metálicas. 1999.

MAGNAN, Murillo de Carvalho; **Pintura na proteção anticorrosiva**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso. Tecnologia em Engenharia Naval. Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, RJ, Brasil.

MARKUS, Herbert Erno. Variação da geometria do cordão de solda em junta T em função da variação do posicionamento do elemento vertical. 2014.

MEDEIROS, TATIANA BENVENUTO. POP-PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO: UM EXEMPLO PRÁTICO. 2010.

MODENESI, P. J. Descontinuidades e Inspeção em Juntas Soldadas. **Material didático. UFMG**, 2001.

MORANO, CÁSSIA ANDRÉA RUOTOLO. **Análise de Risco na Estimativa de Custo de Obras de Estruturas Metálicas**. 2013. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil.

MOREIRA, Ricardo Silva. **Procedimentos operacionais: Boas Práticas na elaboração e implantação de obras**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso, Bacharelado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

OLIVEIRA, Elizeu de Farias de. **Proposta de melhoria de processos em empresa da indústria metalmecânica**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção), Universidade Candido Mendes. Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

PATITUCCI, Eduardo Jarnicki. Propostas de melhorias para o processo de dobra em uma indústria metal-mecânica. 2013.

PMI. Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos. Guia PMBOK[®] 5^a.ed.-EUA: Project Management Institute, 2013.

SOUZA, Alex Sander Clemente de; SACCHI, Caio César. Manifestações Patológicas e Controle de Qualidade na Montagem e Fabricação de Estruturas Metálicas. **REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 13, n. 1, 2017.

SANTOS, Regina Paula Garcia et al. Uma avaliação comparativa dos processos MIG/MAG e eletrodo tubular em termos de capacidade produtiva, geração de fumos e de respingos. 2010.

SANTOS, Rachel Sulamita Paixão Siqueira. **Análise de acidentes envolvendo lesões nos membros superiores e inferiores ocorridos na máquina LCT do setor de produção de uma empresa mecânica na serra**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção), Centro Universitário Católico de Vitória. Vitória, ES, Brasil.

SCHMIDT, Andrei Vogt. Mapeamento de processos e análise de tempos e movimentos em uma indústria do setor metal mecânico. 2016.

Serviço Social da Indústria. Departamento Nacional. Relatório anual SESI-SENAI-IEL 2017 /

SIMARIA, Ana Sofia de Almeida. Uma metodologia para o balanceamento de linhas de montagem. 2001.

SILVA, Valdir Pignatta. **Dimensionamento de estruturas de aço: Estruturas Metálicas e de madeira.** 2012. Departamento de Engenharia e Estruturas e Geotécnica da Escola Politécnica da USP. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

SILVA, Gulliver Catão. **Análise comparativa do cordão de solda gerado pelos processos de soldagem FCAW e SMAW na soldagem de aços de baixo teor de carbono.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil.

SILVA, Giovanna Cabral Costa e; SOUSA, Lara Ellen de; ARAUJO, Marcelo Henrique; ANDRADE, Pedro Afonso Silva de; OLIVEIRA, Wesley José de. **Calandra manual de três eixos curvadora de chapas e tubos.** Trabalho de Conclusão de Curso. 2017. Bacharelado em Engenharia Mecânica. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Brasil.

TAMIETTI, Ricardo Prado. Engenharia de Projetos Industriais. Centro Universitário do Leste de Minas Gerais. Cobrapi Educação, MG, Brasil, 2016.

TELLES, Pedro C. Silva. Tubulações Industriais: Materiais, Projeto, Montagem. 10^a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

ZENI, José Augusto Moreira; ZANLORENSI, José Danilo. **Caracterização do PCP de micro e pequenas empresas do setor metal mecânico da região dos Campos Gerais.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

8 ANEXOS

LOGO DA EMPRESA	PROJETO 01: ESTRUTURA DE UM GALPÃO METÁLICO			
	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA			
	Data:	20/05/2019	Revisão: __/__/__	N.º de pág. /

CAP 1. PROJETO CONCEITUAL**1.1 DESCRIÇÃO CONCEITUAL**

Os galpões metálicos são constituídos de colunas, tesouras, terças, separadores, esticadores, cobertura metálica e fechamento laterais. Seu uso, estende-se a grandes áreas como: comercial, industrial, agrícola ou mesmo civil.

1.2 OBJETIVO

O presente databook, tem como objetivo, fornecer informações dos processos de fabricação e montagem de um galpão industrial.

1.3 NORMAS TÉCNICAS

NBR8800/86 - Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios;

N293 - Fabricação e montagem de estruturas metálicas;

AWS D1.1/96- American Welding Society;

N13 – Requisitos técnicos para serviços em pintura.

1.4 DADOS DO EMPREENDIMENTO

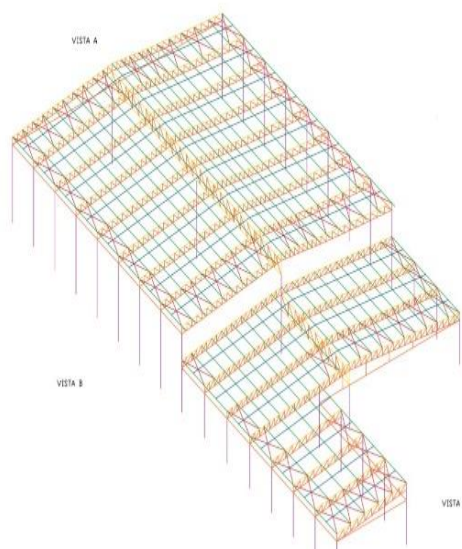
Área total: 6.376, 90m²

Espaçamento entre colunas laterais: 6,34m

Pé direito: 11,67m

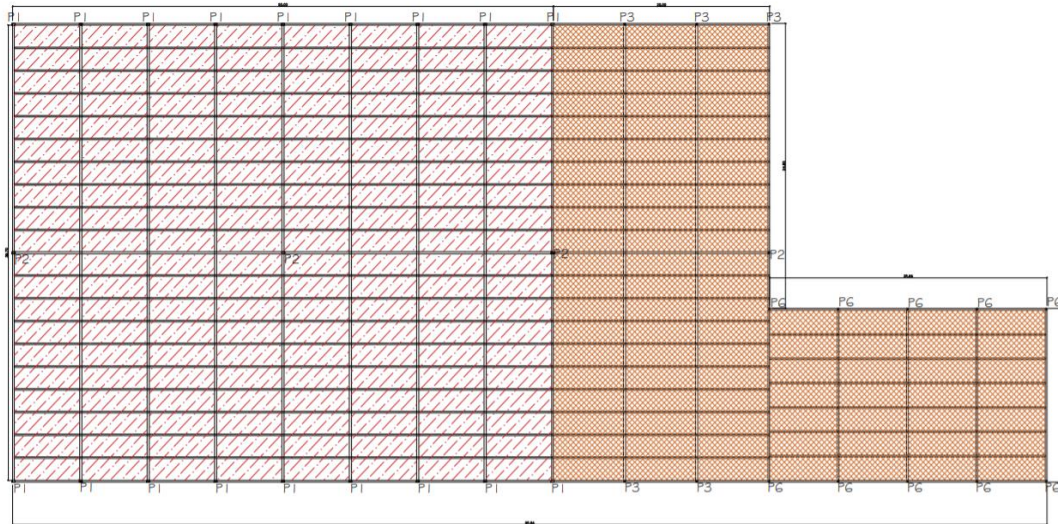
Tipo de cobertura: 2 águas

Área do fechamento lateral: 898m²

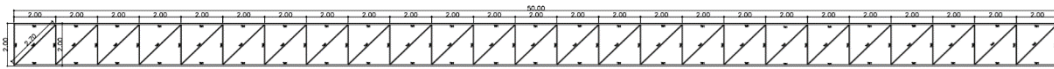
CAP 2. PROJETO DE FABRICAÇÃO, MONTAGEM**2.1 DESENHO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM**Projeto em 3D

LEGENDA		
ITEM	QUANTIDADE	PERFIL
TM1		U enrr. duplo
TM2		U simples
TM3		U enrr.
TM4		U simples
EST1		ø
P1,P2,P3		Perfil I

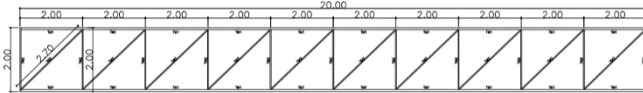
Planta baixa



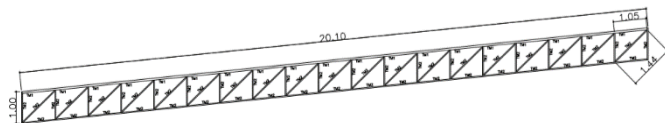
Detalhamento de peças



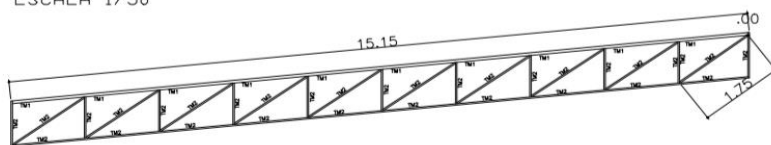
DETALHE 1 - 1 UNIDADE
 Brazos - 2U 100x50x17x3,00mm
 Treliçamento - U 100x50x3,00 mm
 ESCALA 1/75



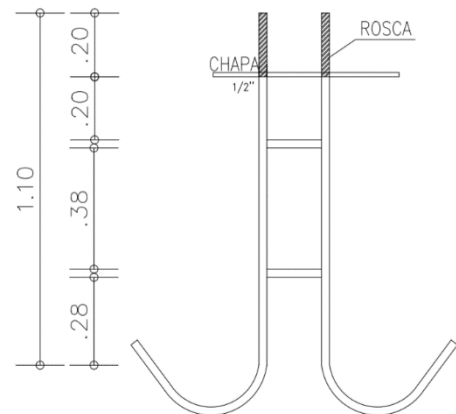
DETALHE 2 - 1 UNIDADE
 Brazos - 2U 100x50x17x3,00mm
 Treliçamento - U 100x50x3,00 mm
 ESCALA 1/50



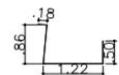
DETALHE 3 - 26 UNIDADES
 Brazos - 2U 100x50x17x3,00mm
 Treliçamento - U 100x50x3,00 mm
 ESCALA 1/50



DETALHE 4 - 4 UNIDADES
 Brazos - 2U 100x50x17x3,00mm
 Treliçamento - U 100x50x3,00 mm
 ESCALA 1/50



DETALHAMENTO CHUMBADOR
 BARRA REDONDA DE 1"
 ESCALA 1/5

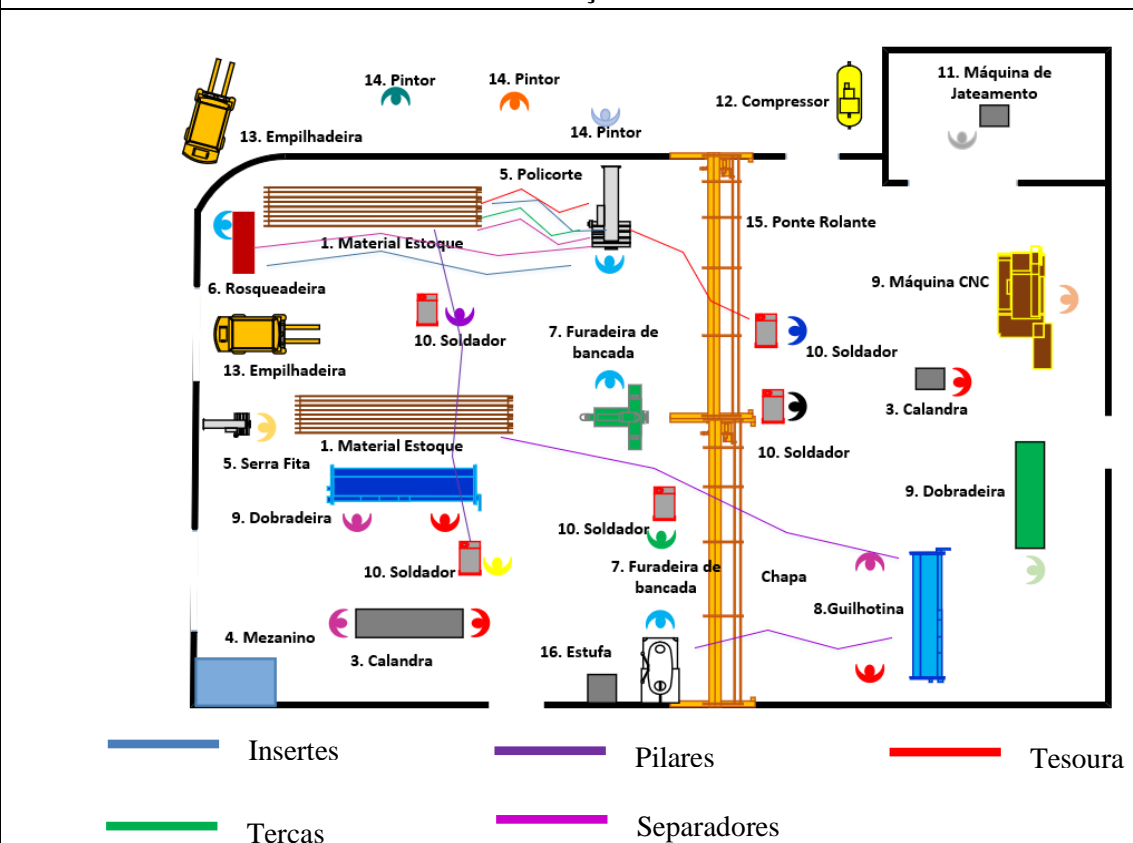


DETALHE 5
 CALHA
 ESCALA 1/50

2.2 LISTA DE MATERIAIS

Item	Material	Unidade	Quantidade
TM1	Perf.Enr 100x50x17x3mm	kg	7.939,80
TM2	Perf.U Simples 100x50x3mm	kg	9.883,33
TM3	Perf.Enr 150x60x20x3mm	kg	13.055,38
TM4	Perf.Enr 50x25x3mm	kg	893,55
Esticadores	Ø 3/8"	kg	398,16
Pilares	W310x37,8	kg	12.360,60
Insertes	Ø 1"	kg	765,75
Apoio para pilares	Chapa lisa 2x1,20x1/2"	kg	600,00
Telha	Telha simples natural 0,43	m ²	898,00
Rufo	Bobina de aluminio 276cm	m	272,00
Calha	Bobina de aluminio 50cm	m	191,28
Tinta Epóxi	A+B cinza	gl	30,00

2.3 ETAPAS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM



CAP 3. CONTROLE DA QUALIDADE

3.1 TIPO DE INSPEÇÃO OPERACIONAL

Visual e dimensional.

3.2 QUANTIDADE DE PEÇAS A SEREM INSPECIONADAS

Todas as peças devem ser inspecionadas, conforme projeto, com auxílio de elementos de medição.

3.3 DESCONTINUIDADES

- Respingos;
- Ausência de deposição de material;
- Trinca em junta soldada.

3.4 ANÁLISE DE CAUSAS

- Baixa vazão de gás;
- Amperagem elevada;
- Obstrução de bicos por respingos.

CAP 4. SEGURANÇA E HIGIENE DO TRABALHO

4.1 LISTA DE EPI E CONDIÇÕES GERAIS DE OPERAÇÃO:

- Colaboradores que operam a serra fita, esmelhadeira, guilhotina, rosqueadeira, devem usar protetor auricular, botas, luvas e óculos de proteção;
- Colabores que trabalham com corte em maçarico e processo de solda MIG, devem usar luvas de vaqueta, protetor auricular, máscara de solda, aventais, perneiras, touca de soldador e mangote de raspa;
- Devem evitar aparelhos celulares, conversas paralelas e gritos no chão de fábrica;
- Devem sinalizar rapidamente qualquer condição inadequada ao seu ambiente de trabalho.

CAP 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO

Ex.: Galpão industrial com treliças e vigamento



LOGO DA EMPRESA	PROJETO 02: BOIA FLUTUANTE			
	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA			
	Data:	20/05/2019	Revisão: __/__/__	N.º de pág. /

CAP 1. PROJETO CONCEITUAL

1.1 DESCRIÇÃO CONCEITUAL

As boias flutuantes são constituídas de dois cilindros metálicos em chapa e perfilados. Estas, são aplicadas em atividades operacionais para tratamento de água.

1.2 OBJETIVO

Disponibilizar informações para a construção e montagem de uma boia flutuante, especificando instruções de trabalho, materiais, layout gráfico e orientação de segurança.

1.3 NORMA TÉCNICA

AWS D1.1/96- American Welding Society;
N13 – Requisitos técnicos para serviços em pintura.

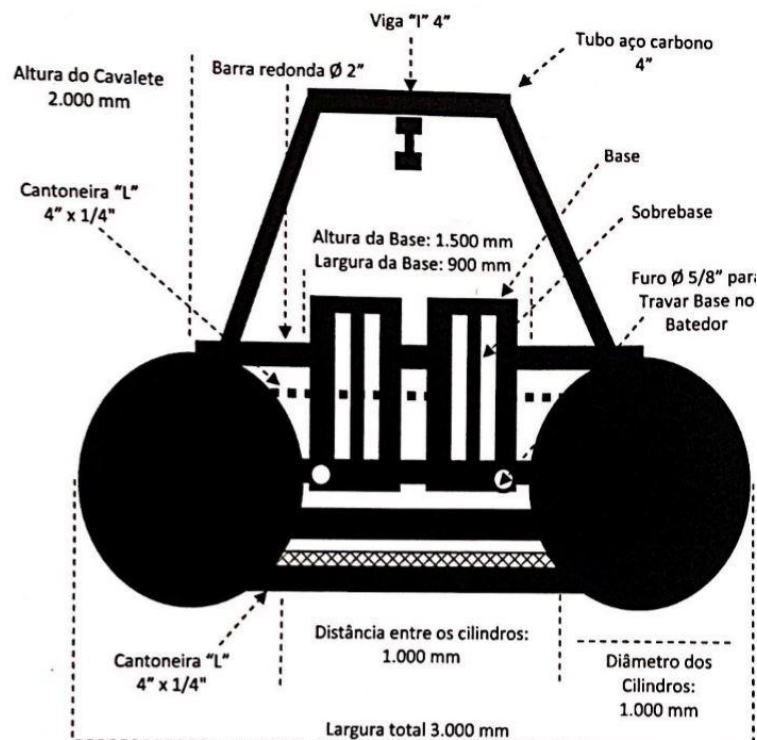
1.4 DADOS DO EMPREENDIMENTO

Altura da base: 1,5m;
Largura da base:0,9m;
Distância entre cilindros: 1m;
Largura total: 3m;
Altura do cavalete: 2m.

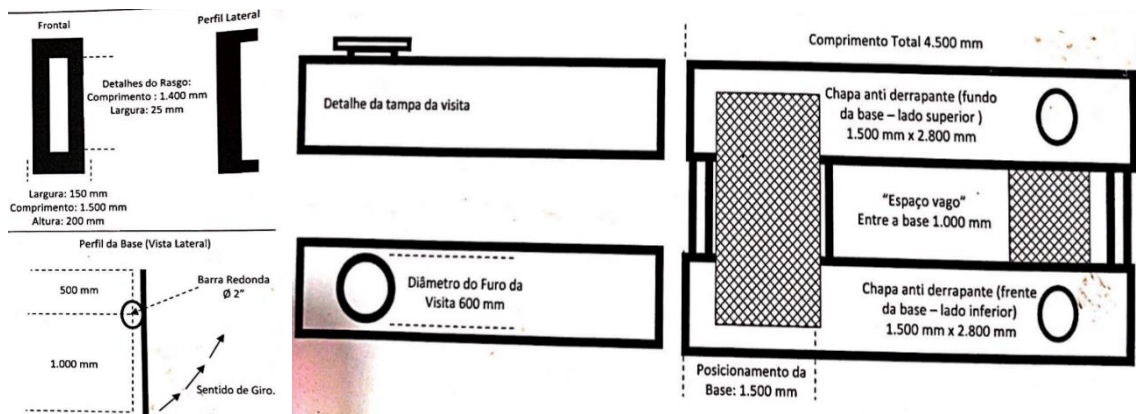
CAP 2. PROJETO DE FABRICAÇÃO, MONTAGEM

2.1 DESENHO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM

Desenho 2D



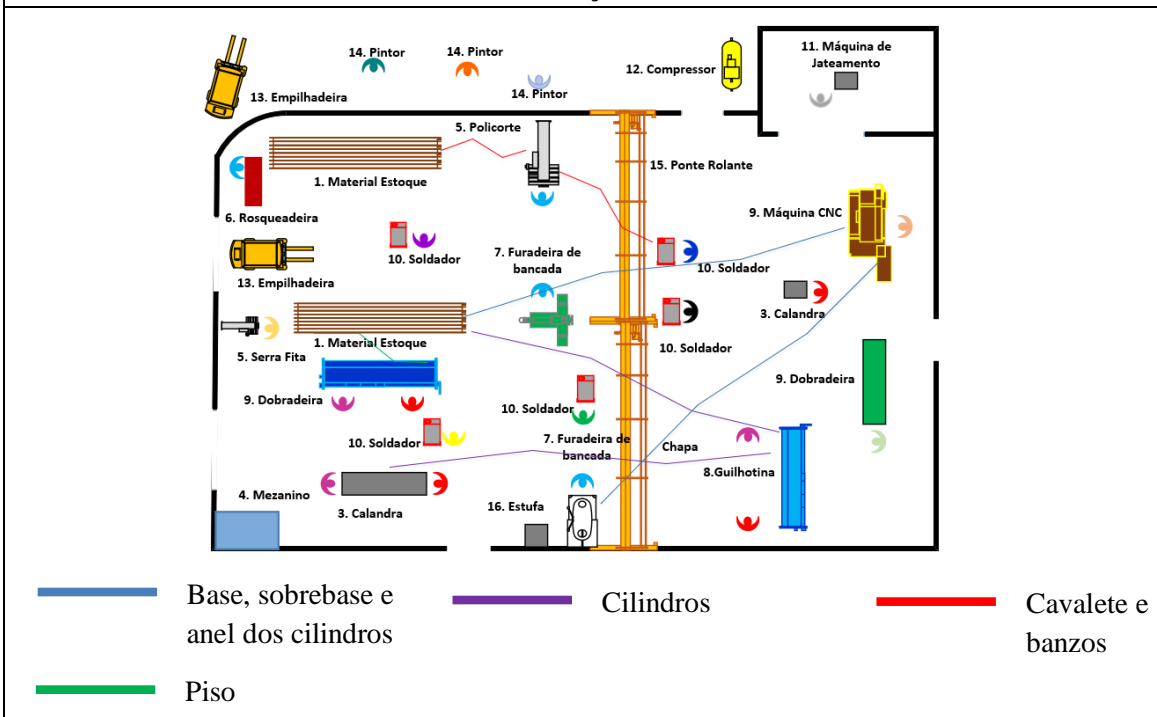
Detalhamento das peças



2.2 LISTA DE MATERIAIS

Item	Material	Unidade	Quantidade
Cilindros	Chapa 2000x360x3/16"	kg	502,87
Base	Chapa 400x400x3/8"	kg	13,00
Piso superior e inferior	Chapa xadrez 1000x200x3/16"	kg	16,00
Suportes para piso	Cantoneira 4"x1/4x2300	kg	35,76
Cavaletes	Tubo galvanizado 4"x4,5mm	kg	121,68
Banzo superior cavalete	Viga I 4"	kg	25,3
Sobrebase	Chapa 2200x200x3/16"	kg	17,78
Tinta Epóxi	A+B cinza	gl	5,00

2.3 ETAPAS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM



CAP 3. CONTROLE DA QUALIDADE	
3.1 TIPO DE INSPEÇÃO OPERACIONAL Visual e dimensional.	3.2 QUANTIDADE DE PEÇAS A SEREM INSPECIONADAS Pintura dos cilindros, juntas de soldas em elementos de suportaço.
3.3 DESCONTINUIDADES <ul style="list-style-type: none"> ▪ Respingos; ▪ Ausência de deposição de material; ▪ Trinca em junta soldada; ▪ Enrugamento; ▪ Ausência de pintura; 	
3.4 ANÁLISE DE CAUSAS E EFEITOS <ul style="list-style-type: none"> ▪ Baixa vazão de gás; ▪ Amperagem elevada; ▪ Obstrução de bicos por respingos; ▪ Diluição inadequada de solventes juntamente a tinta; ▪ Processo inadequado na preparação de superfície (ausência de lixamento). 	
CAP 4. SEGURANÇA E HIGIENE DO TRABALHO	
4.1 LISTA DE EPI E CONDIÇÕES GERAIS DE OPERAÇÃO <ul style="list-style-type: none"> ▪ Todos os colaboradores de execução do processo devem usar protetor auricular, botas, luvas e óculos de proteção, bem como acompanhar a vida útil de seus EPI's; ▪ Devem evitar aparelhos celulares, conversas paralelas e gritos no chão de fábrica; ▪ Devem sinalizar rapidamente qualquer condição inadequada ao seu ambiente de trabalho; ▪ Devem conferir antes de iniciar o trabalho condições operacionais do equipamento. 	
CAP 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO	
<u>Ex.: Modelo de boia flutuante</u>	
	

LOGO DA EMPRESA	PROJETO 03: ESCADA MARINHEIRO			
	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA			
	Data:	21/05/2019	Revisão: ___/___/___	N.º de pág. /

CAP 1. PROJETO CONCEITUAL

1.1 DESCRIÇÃO CONCEITUAL

A escada marinheiro se classifica como um empreendimento metálico, aplicada para acesso em locais de acesso restrito, como reservatórios elevados e barriletes.

1.2 OBJETIVO

Descrever as etapas de fabricação e montagem acompanhado de desenhos técnicos, listas de materiais e requisitos de segurança.

1.3 NORMA TÉCNICA

NR-12;
NR-18;
NR-35;

ABNT 15708-2 Indústrias do petróleo e gás natural — Perfis pultrudados - Parte 2: Guarda-corpo.

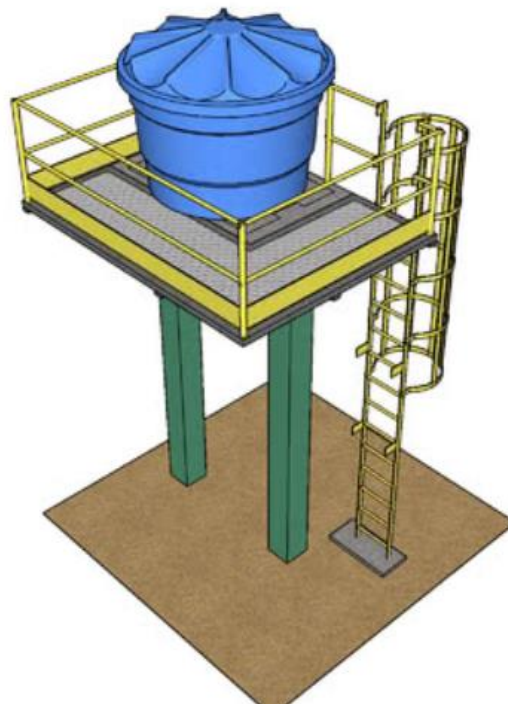
1.4 DADOS DO EMPREENDIMENTO

Altura da escada: 10m;
Largura dos degraus: 0,45m;
Espaçamento dos degraus: 0,30m;
Pintura amarelo epóxi com duas demãos.

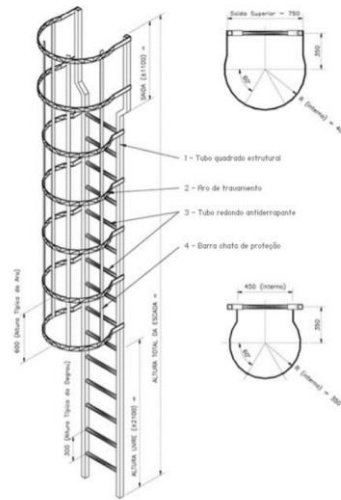
CAP 2. PROJETO DE FABRICAÇÃO, MONTAGEM

2.1 DESENHO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM

Desenho em 3D



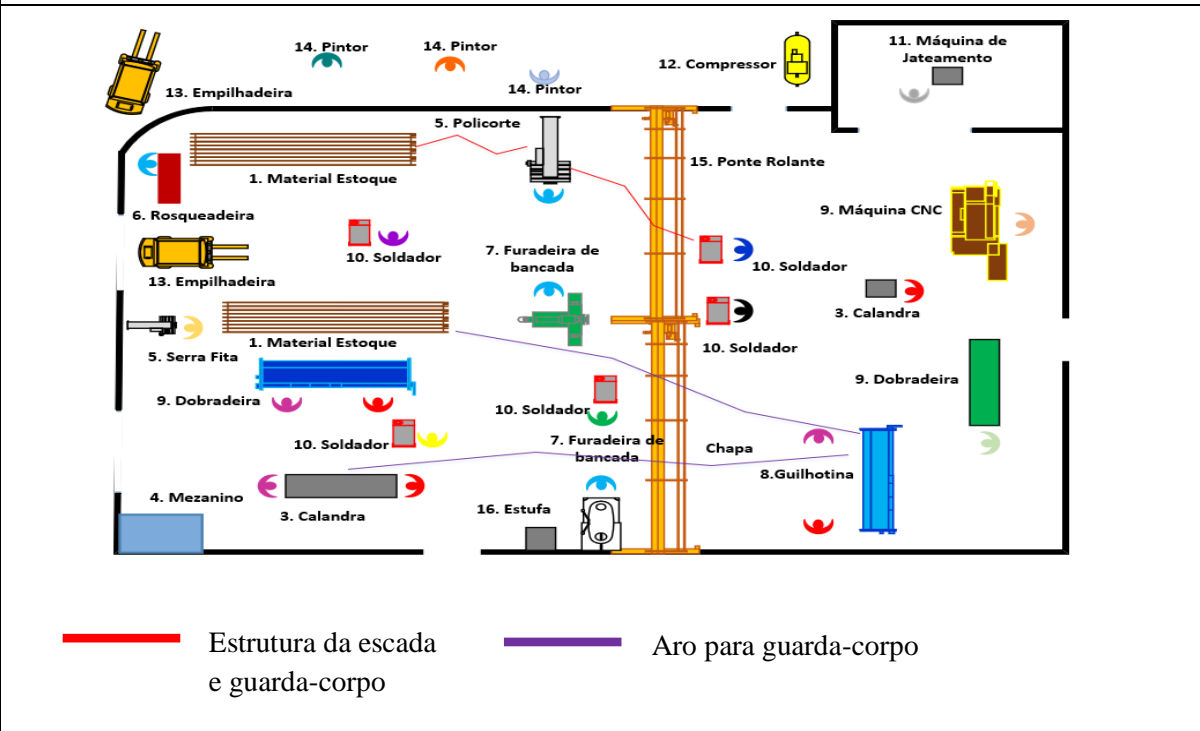
Detalhamento da escada



2.2 LISTA DE MATERIAIS

Item	Material	Unidade	Quantidade
Colunas	Tubo industrial quadrado de 2" na 2mm	kg	38,56
Apoio para pés	Tubo de 3/4" na 2mm	kg	19,8
Aro guarda corpo	Barra chata 2"x3/16"	kg	22,8
Estrutura vertical do guarda corpo e suportes fixação	Barra chata 1"x3/16"	kg	33,25
Tinta	Amarelo Cartepilar	gl	3,00

2.3 ETAPAS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM



CAP 3. CONTROLE DA QUALIDADE	
3.1 TIPO DE INSPEÇÃO OPERACIONAL Dimensional.	3.2 QUANTIDADE DE PEÇAS A SEREM INSPECIONADAS Todas as peças devem ser inspecionadas, conforme projeto, com auxílio de elementos de medição.
3.3 DESCONTINUIDADES <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausência de deposição de material; 	
3.4 ANÁLISE DE CAUSAS E EFEITOS <ul style="list-style-type: none"> ▪ Obstrução de bicos por respingos. 	
CAP 4. SEGURANÇA E HIGIENE DO TRABALHO	
4.1 LISTA DE EPI E CONDIÇÕES GERAIS DE OPERAÇÃO <ul style="list-style-type: none"> ▪ Colaboradores devem usar protetor auricular, botas, luvas e óculos de proteção; ▪ Devem evitar aparelhos celulares, conversas paralelas e gritos no chão de fábrica; ▪ Devem sinalizar rapidamente qualquer condição inadequada ao seu ambiente de trabalho. 	
CAP 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO	
<u>Ex.: Modelo de escada marinheiro</u>	
	

4.1.2 GRUPO B: TUBULAÇÕES

LOGO DA EMPRESA	PROJETO 04: GUARDA CORPO			
	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA			
	Data:	10/06/2019	Revisão: _/_/_	N.º de pág. /

CAP 1. PROJETO CONCEITUAL

1.1 DESCRIÇÃO CONCEITUAL

O guarda – corpo caracteriza-se como uma barreira protetora vertical, maciça ou não, aplicado as faces laterais abertas de escadas, rampas, patamares, terraços, balcões, galerias e assemelhados, servindo como proteção contra eventuais quedas de um nível para outro. São formados por travessas, montantes, rodapé e/ou tela.

1.2 OBJETIVO

Estabelecer critérios para garantir a qualidade da fabricação e montagem de guarda-corpo, conforme normas de segurança e exigências do cliente.

1.3 NORMA TÉCNICA

NBR 14718:2008 Guarda-corpos para edificações;
NBR 7195:1995 Cores para segurança.

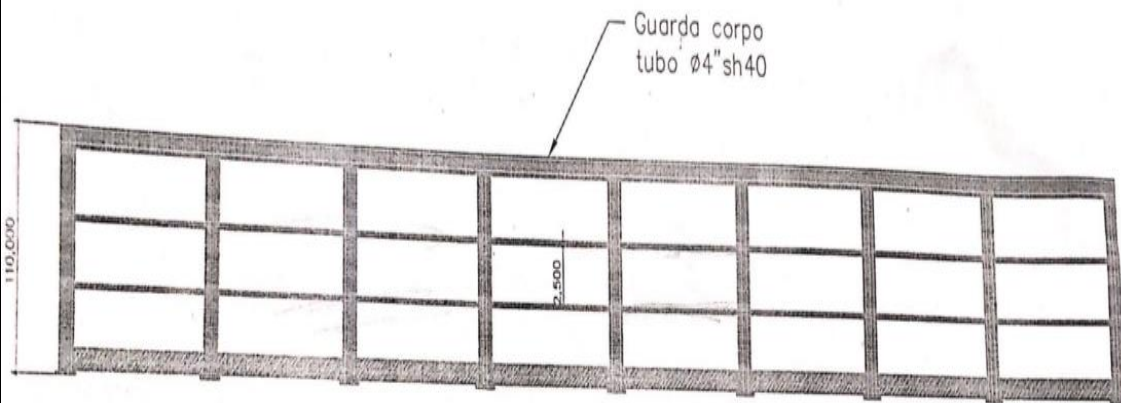
1.4 DADOS DO EMPREENDIMENTO

Comprimento: 4,5m;
Altura: 1,2m;
Espaçamento entre colunas: 1,5m.

CAP 2. PROJETO DE FABRICAÇÃO, MONTAGEM

2.1 DESENHO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM

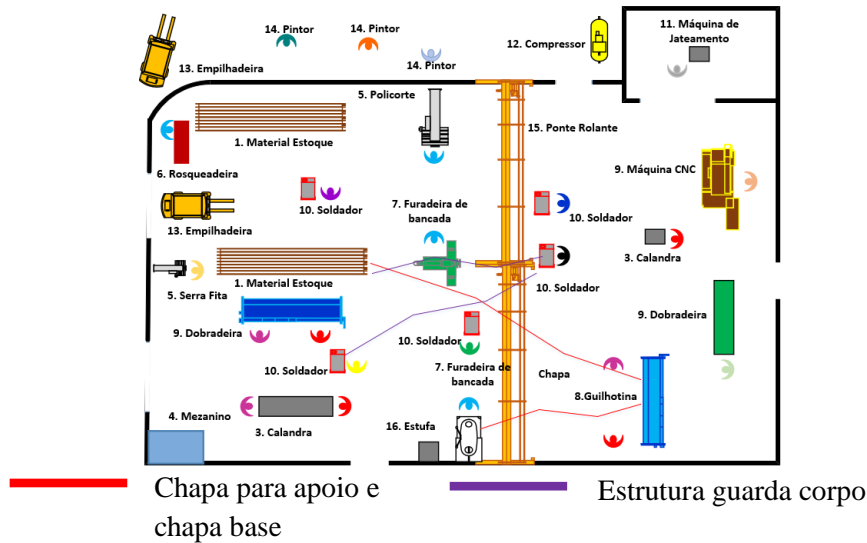
Desenho 2D



2.2 LISTA DE MATERIAIS

Item	Material	Unidade	Quantidade
Travessão superior	Tubo SCH 40 4"	kg	189,97
Travessão intermediário	Tubo SCH 40 1"	kg	40,04
Fixação de apoio	Chumbador químico 3/8"	cx	10,00
Montante	Tubo SCH 40 4"	kg	216,67
Apoio de montante e proteção	Chapa 3/16"	kg	12,83
Tinta Epóxi	A+B amarelo munsel	gl	2,00

2.3 ETAPAS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM



CAP 3. CONTROLE DA QUALIDADE

3.1 TIPO DE INSPEÇÃO OPERACIONAL Dimensional	3.2 QUANTIDADE DE PEÇAS A SEREM INSPECIONADAS Juntas soldadas.
--	--

3.3 DESCONTINUIDADES

- Respingos;
- Ausência de deposição de material;
- Trinca em junta soldada.

3.4 ANÁLISE DE CAUSAS E EFEITOS

- Baixa vazão de gás;
- Amperagem elevada;
- Obstrução de bicos por respingos.

CAP 4. SEGURANÇA E HIGIENE DO TRABALHO

4.1 LISTA DE EPI E CONDIÇÕES GERAIS DE OPERAÇÃO

- Deve ser obrigatório uso de máscara, luvas, óculos de proteção e botinas;
- Devem evitar aparelhos celulares, conversas paralelas e gritos no chão de fábrica;
- Devem sinalizar rapidamente qualquer condição inadequada ao seu ambiente de trabalho;
- Devem condições de operação de máquinas e equipamentos, antes de iniciar suas respectivas atividades.

CAP 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO

Ex.: Guarda Corpo



LOGO DA EMPRESA	PROJETO 05: PIPERACK			
	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA			
	Data:	<u>10/06/2019</u>	Revisão: _/_/_	N.º de pág. /

CAP 1. PROJETO CONCEITUAL

1.1 DESCRIÇÃO CONCEITUAL

É uma prateleira fora do piso da torre sobre a qual as tubulações de perfuração ou de revestimento são estocadas. Sua estrutura possui perfis laminados, soldados e dobrados, sendo desenvolvido de acordo com as exigências do cliente final.

1.2 OBJETIVO

Padronizar a execução de projetos estruturais de torres de tubulações, de forma a atentar-se a detalhes e exigências normativas.

1.3 NORMA TÉCNICA

NBR8800/86 - Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios;
 N293 - Fabricação e montagem de estruturas metálicas;
 AWS D1.1/96- American Welding Society;
 N13 – Requisitos técnicos para serviços em pintura.

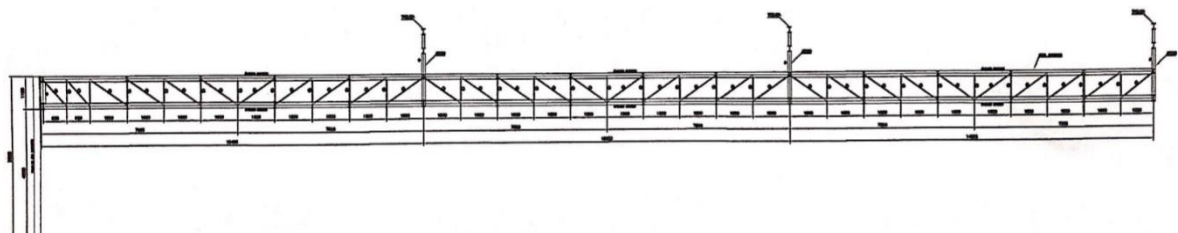
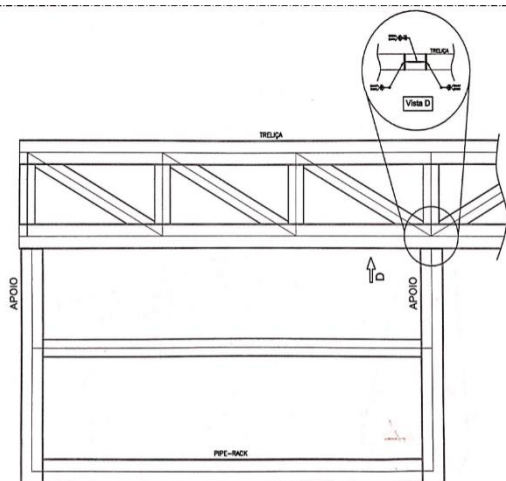
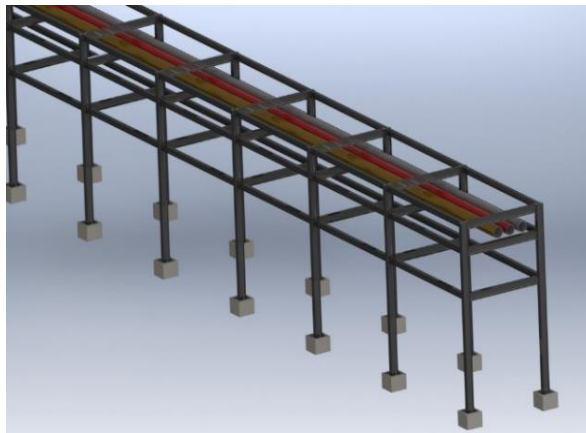
1.4 DADOS DO EMPREENDIMENTO

Comprimento: 45,28m
 Largura: 3,8m

CAP 2. PROJETO DE FABRICAÇÃO, MONTAGEM

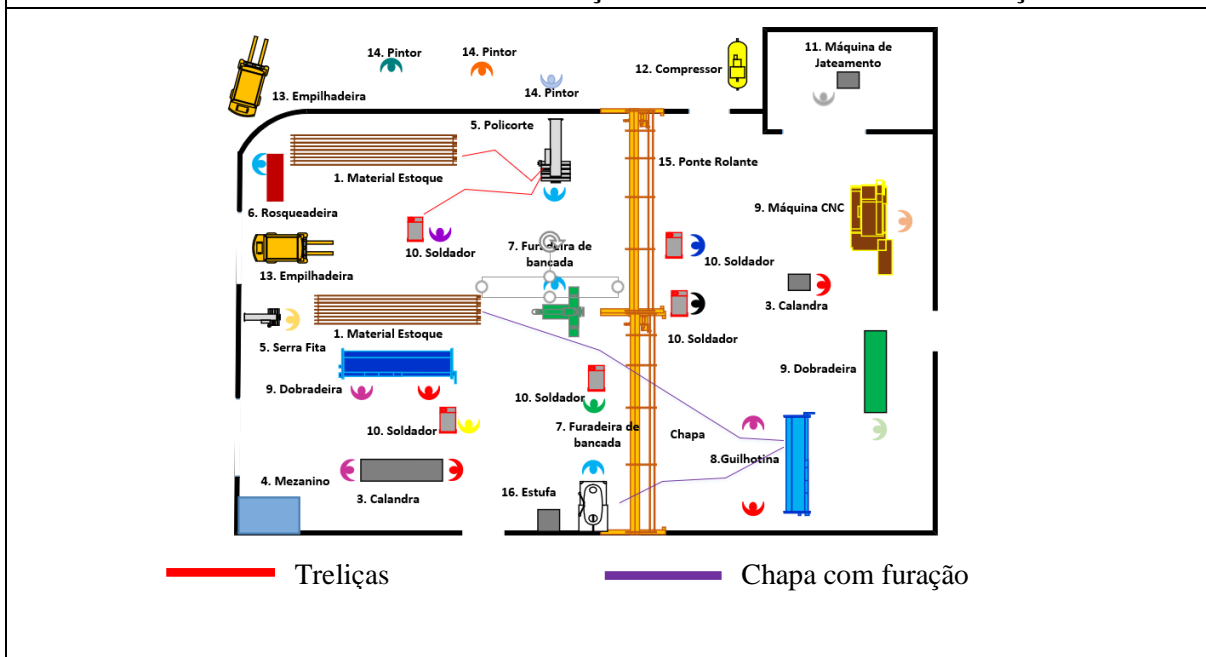
2.1 DESENHO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM

Desenho em 2D



2.2 LISTA DE MATERIAIS

Item	Material	Unidade	Quantidade
Montante vertical	W 200x22,3	kg	8113,00
Tirante	Barra redonda ½”	kg	456,78
Banzo superior e inferior	W 200X26,6	kg	318,89
Colunas	W 150x13	kg	2574,00
Tinta Epóxi	A+B amarelo munsel	gl	6,00

2.3 ETAPAS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM FABRICAÇÃO**CAP 3. CONTROLE DA QUALIDADE****3.1 TIPO DE INSPEÇÃO OPERACIONAL**

Dimensional.

3.2 QUANTIDADE DE PEÇAS A SEREM INSPECIONADAS

Juntas soldadas.

3.3 DESCONTINUIDADES

- Respingos;
- Ausência de deposição de material;
- Trinca em junta soldada.

3.4 ANÁLISE DE CAUSAS E EFEITOS

- Baixa vazão de gás;
- Amperagem elevada;
- Obstrução de bicos por respingos.

CAP 4. SEGURANÇA E HIGIENE DO TRABALHO**4.1 LISTA DE EPI E CONDIÇÕES GERAIS DE OPERAÇÃO**

- Colaboradores que operam a serra fita, esmelhiradeira, guilhotina, rosqueadeira, devem usar protetor auricular, botas, luvas e óculos de proteção;
- Colabores que trabalham com corte em maçarico e processo de solda MIG, devem usar luvas de vaqueta, protetor auricular, máscara de solda, aventais, perneiras, touca de soldador e mangote de raspa;
- Devem evitar aparelhos celulares, conversas paralelas e gritos no chão de fábrica;
- Devem sinalizar rapidamente qualquer condição inadequada ao seu ambiente de trabalho.

CAP 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO

Ex: Modelo de Piperack

LOGO DA EMPRESA	PROJETO 06: TANQUE METÁLICO			
	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA			
	Data:	17/06/2019	Revisão: _/ _/ _	N.º de pág. /

CAP 1. PROJETO CONCEITUAL

1.1 DESCRIÇÃO CONCEITUAL

Os reservatórios de água para combate a incêndio são construídos especialmente para armazenar e bombear uma quantidade de água em caso de incêndios.

1.2 OBJETIVO

Esta especificação tem por objetivo estabelecer critérios e exigências de qualidade obedecendo todas as normas, para o fornecimento e a montagem do reservatório metálico de aço carbono soldado, utilizado para reservação de água potável para combate a incêndio.

1.3 NORMA TÉCNICA

ABNT – NORMA: NBR 7821 (tanques soldados);
 ABNT – NORMA: NBR 6123 (Forças devidas ao vento em edificações);
 ABNT – NORMA: NBR 5008 (Chapas de baixa liga e alta resistência mecânica, resistentes a Corrosão atmosférica, para usos estruturais);
 ABNT – NORMA: NBR 6650 (Chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural);
 ABNT – NORMA: NBR 10777 (Ensaio visual em soldas, fundidos forjados e laminados);
 AWWA-102/78- Painting Steel Water Storage Tanks. (Pintura p/ armazenamento de água em reservatório de aço).

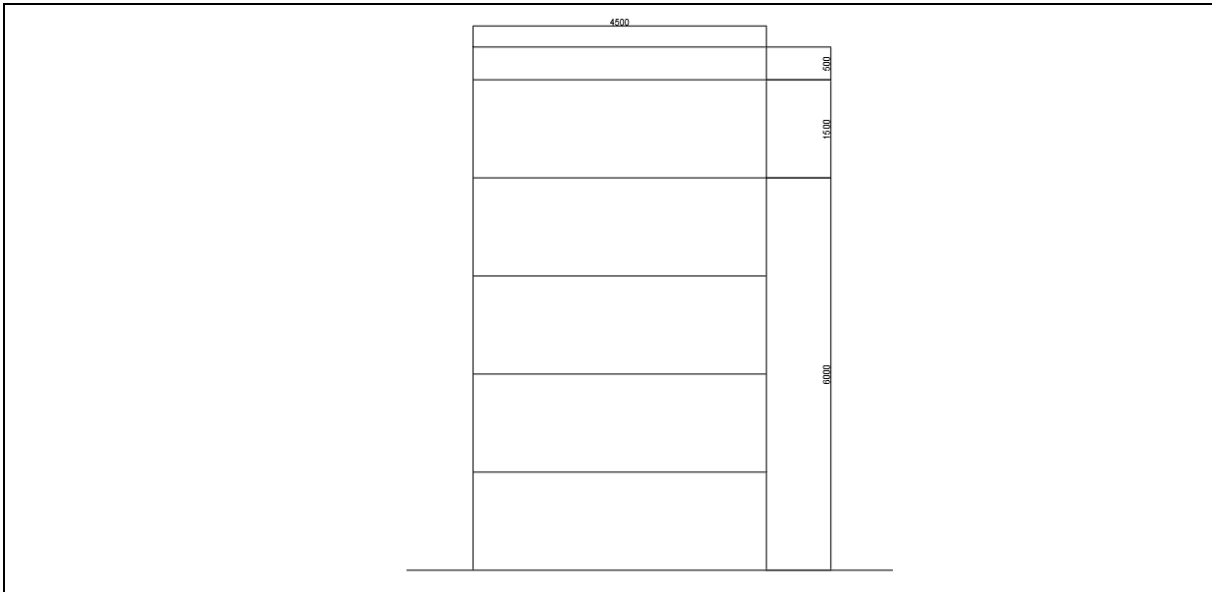
1.4 DADOS DO EMPREENDIMENTO

Capacidade útil: 137 m³
 Diâmetro externo máximo: 4,5 m
 Altura: 8 m.

CAP 2. PROJETO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM

2.1 DESENHO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM

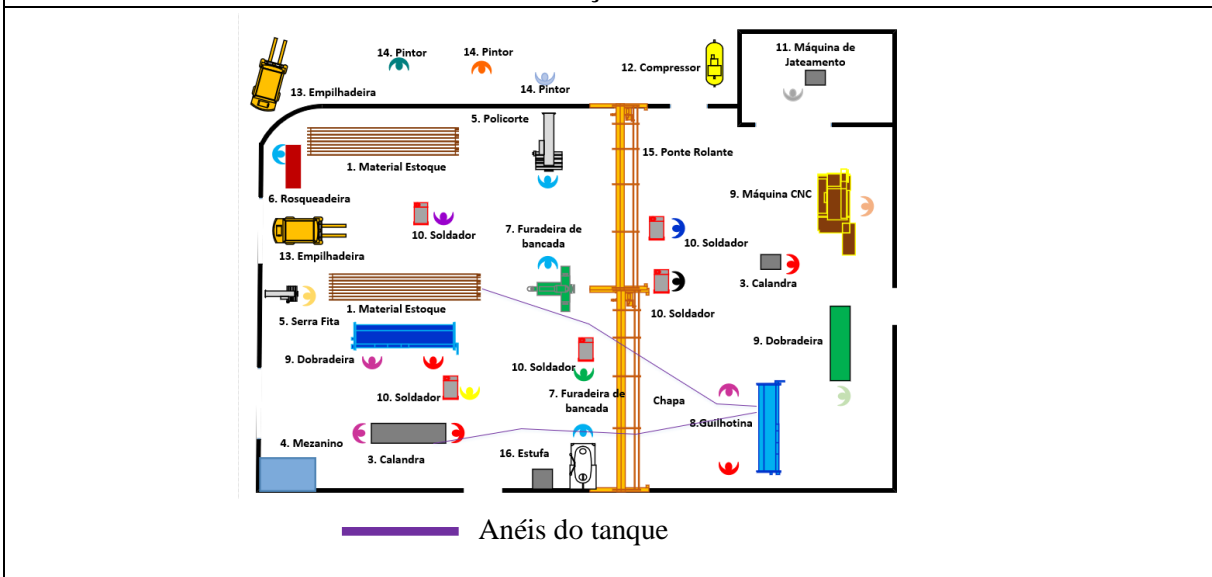
Desenho 2D



2.2 LISTA DE MATERIAIS

Item	Material	Unidade	Quantidade
Tampa superior	Chapa 3000x1500x2mm	kg	144,00
Tampa inferior	Chapa 3000x1500x2mm	kg	144,00
1° anel	Chapa 3000x1500x3/16"	kg	1026,00
2° anel	Chapa	kg	1026,00
3° anel	Chapa	kg	1026,00
4° anel	Chapa	kg	585,00
5° anel	Chapa	kg	585,00
6° anel	Chapa	kg	198,00
Pintura externa	Epóxi vermelho segurança	gl	3,00
Pintura interna	Epóxi branco	gl	3,00

2.3 ETAPAS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM




CAP 3. CONTROLE DA QUALIDADE

3.1 TIPO DE INSPEÇÃO OPERACIONAL

DE

INSPEÇÃO

3.2 QUANTIDADE DE PEÇAS A SEREM INSPECIONADAS

Visual e dimensional.	Todas as ligações soldadas, pintura externa e interna.
3.3 DESCONTINUIDADES	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Respingos; ▪ Ausência de deposição de material; ▪ Trinca em junta soldada; ▪ Enrugamentos; 	
3.4 ANÁLISE DE CAUSAS E EFEITOS	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baixa vazão de gás; ▪ Amperagem elevada; ▪ Obstrução de bicos por respingos; ▪ Ausência de preparação de superfície; ▪ Mistura ineficiente de tintas; ▪ Ausência de regiões pintadas. 	
CAP 4. SEGURANÇA E HIGIENE DO TRABALHO	
4.1 LISTA DE EPI E CONDIÇÕES GERAIS DE OPERAÇÃO	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Colaboradores que operam o processo, devem usar protetor auricular, botas, luvas e óculos de proteção; ▪ Devem evitar aparelhos celulares, conversas paralelas e gritos no chão de fábrica; ▪ Devem sinalizar rapidamente qualquer condição inadequada ao seu ambiente de trabalho. 	
CAP 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO	
	

LOGO DA EMPRESA	PROJETO 07: CHAMINÉ METÁLICA DE EQUILÍBRIO			
	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA			
	Data:	17/06/2019	Revisão: __/__/__	N.º de pág. /

CAP 1. PROJETO CONCEITUAL

1.1 DESCRIÇÃO CONCEITUAL

As chaminés de equilíbrio, são dispositivos que atuam na proteção de oscilações de pressão interna.

1.2 OBJETIVO

Descrever as etapas de fabricação e montagem de uma chaminé de equilíbrio por meios de desenhos técnicos e instruções de trabalho.

1.3 NORMA TÉCNICA

ABNT – NORMA: NBR 6123 (Forças devidas ao vento em edificações);

ABNT – NORMA: NBR 5008 (Chapas de baixa liga e alta resistência mecânica, resistentes a Corrosão atmosférica, para usos estruturais);

1.4 DADOS DO EMPREENDIMENTO

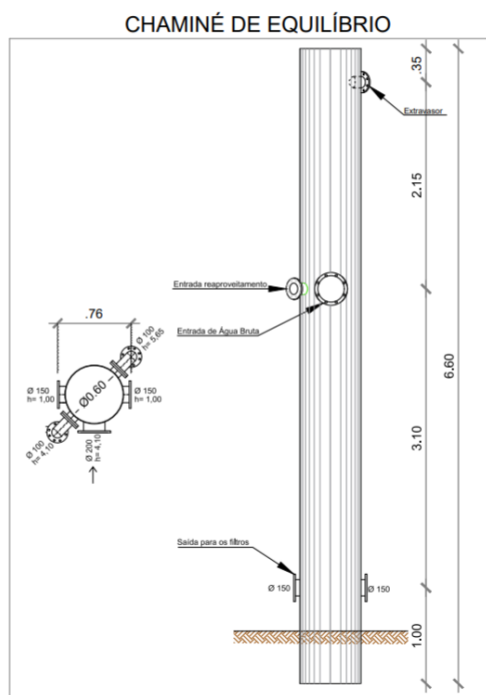
Comprimento: 6,60m;

Diâmetro externo máximo: 0,76m;

Quantidade de conexões: 5,00.

CAP 2. PROJETO DE FABRICAÇÃO, MONTAGEM

2.1 DESENHO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM

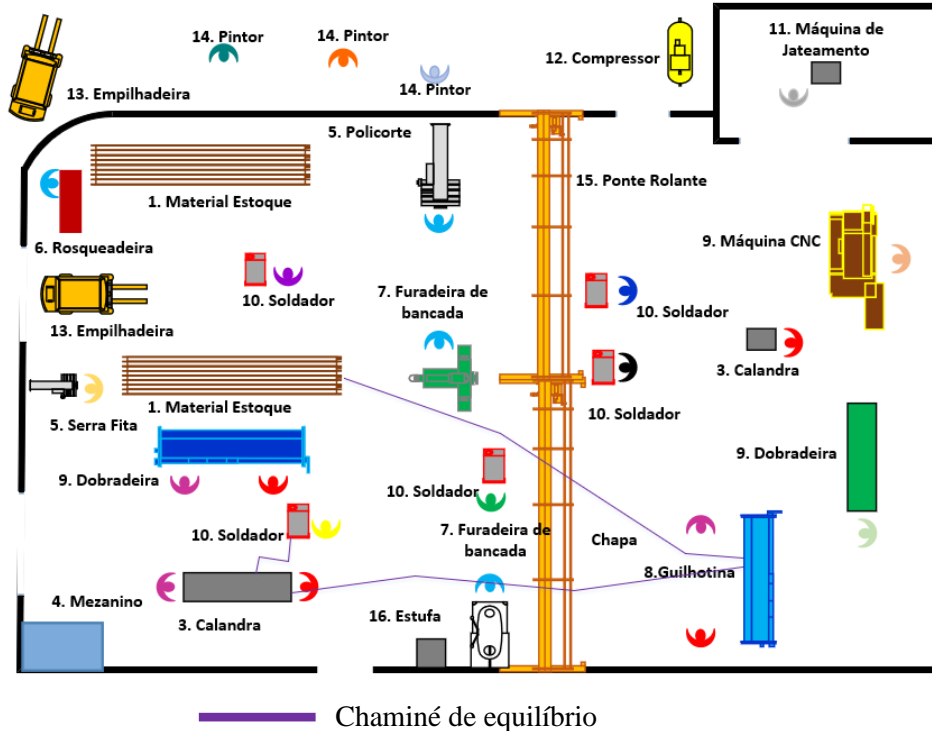


2.2 LISTA DE MATERIAIS

Item	Material	Unidade	Quantidade
Tampa superior inferior e anéis	Chapa 3000x1500x3/16"	kg	488,72
Flange Din pn 10	Diâmetro nominal 200	und	1,00
Flange Din pn 10	Diâmetro nominal 150	und	2,00
Flange Din pn 10	Diâmetro nominal 100	und	2,00
Conexão 1	Tubo preto 4"	kg	2,70

Conexão 2	Tubo preto 6''	kg	5,41
Conexão 3	Tubo preto 8''	kg	8,83
Pintura externa	Zarcão	gl	3,00

2.3 ETAPAS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM



CAP 3. CONTROLE DA QUALIDADE

3.1 TIPO DE INSPEÇÃO OPERACIONAL

Visual.

3.2 QUANTIDADES DE PEÇAS A SEREM INSPECIONADAS

Todas as ligações soldadas.

3.3 DESCONTINUIDADES

- Respingos;
- Ausência de deposição de material;
- Trinca em junta soldada.

3.4 ANÁLISE DE CAUSAS E EFEITOS

- Baixa vazão de gás;
- Amperagem elevada;
- Obstrução de bicos por respingos.

CAP 4. SEGURANÇA E HIGIENE DO TRABALHO

4.1 LISTA DE EPI E CONDIÇÕES GERAIS DE OPERAÇÃO

- Colaboradores que executam os processos de fabricação e montagem, devem usar protetor auricular, botas, luvas e óculos de proteção;
- Devem evitar aparelhos celulares, conversas paralelas e gritos no chão de fábrica;
- Devem sinalizar rapidamente qualquer condição inadequada ao seu ambiente de trabalho.