

CENTRO UNIVERSITÁRIO CATÓLICO DE VITÓRIA

JOSÉ HENRIQUE DE OLIVEIRA RODRIGUES

**PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE MANUAL DE DEFEITOS NA FABRICAÇÃO DE
TUBOS SOLDADOS: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO O MÉTODO PDCA E
FERRAMENTAS DA QUALIDADE**

VITÓRIA

2016

JOSÉ HENRIQUE DE OLIVEIRA RODRIGUES

**PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE MANUAL DE DEFEITOS NA FABRICAÇÃO DE
TUBOS SOLDADOS: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO O MÉTODO PDCA E
FERRAMENTAS DA QUALIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Centro Universitário Católico de Vitória, como
requisito obrigatório para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. MSc. Renato Luis Garrido Monaro

VITÓRIA

2016

JOSÉ HENRIQUE DE OLIVEIRA RODRIGUES

**PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE MANUAL DE DEFEITOS NA FABRICAÇÃO DE
TUBOS SOLDADOS: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO O MÉTODO PDCA E
FERRAMENTAS DA QUALIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário Católico de Vitória, como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovado em _____ de _____ de _____, por:

Prof. MSc. Renato Luis Garrido Monaro, Orientador

Prof. MSc. Fernando Oliveira Boechat, UCV

Prof. MSc. Flávio Lopes dos Santos, UCV

Dedico este trabalho aos meus pais Ricardo e Elisa, autores da minha vida e pelo apoio e incentivo durante essa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me concedeu saúde, sabedoria e vontade de vencer. Meus pais Ricardo e Elisa, que de tudo fizeram para que seu filho pudesse ir sempre mais longe e alcançar o objetivo almejado. A minha irmã Adriana, pela força e pelas palavras de incentivo. Aos meus amigos do Grupo PARCERIA, no qual tenho muito respeito, admiração e carinho, em especial ao meu amigo-irmão Jefferson, pelo companheirismo. Aos amigos que fiz durante esses anos de graduação, que de certa forma contribuíram para o aprendizado acadêmico e pessoal. Aos meus amigos do trabalho Sara, Ivan, Márcio, Saul, Ronaldo e todos que contribuíram para o meu desenvolvimento profissional e pessoal. Aos professores que tiveram participação fundamental nos ensinamentos, em especial ao professor Welton Sthel Duque e ao professor Renato Luis Garrido Monaro pela parceria e a ótima orientação para elaboração deste trabalho.

“Eu não sou quem eu gostaria de ser; eu não sou quem eu poderia ser, ainda, eu não sou quem eu deveria ser. Mas graças a Deus eu não sou mais quem eu era.”

(Martin Luther King Jr.)

RESUMO

O mercado atual está cada vez mais exigente e competitivo. Com a globalização, as inovações tecnológicas avançam rapidamente. Para acompanhar e enfrentar os desafios em um tempo adequado, as organizações procuram implementar algum método de melhoria de processo. Estes métodos, quando utilizados de forma adequada, permitem as organizações reduzir os custos, reduzir a quantidade de falhas e retrabalhos, reduzir os custos de não qualidade, evitar as falhas internas e externas, evitar os refugos, aumentar a produtividade e qualidade, aumentar a confiabilidade do produto ou serviço, aumentando, assim, a satisfação dos seus clientes. Neste sentido, será apresentada neste trabalho a aplicação do método de melhoria contínua PDCA (*Plan, Do, Check e Act*) e algumas das ferramentas da qualidade, como por exemplo: Fluxograma, Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Pareto, Gráfico de Controle, entre outras. A empresa selecionada para o estudo, produz tubos soldados com o processo de soldagem por arco submerso helicoidal. Durante esse processo produtivo ocorrem algumas falhas que precisam ser evitadas ou eliminadas, pois geram defeitos nos tubos e, conseqüentemente, retrabalhos que geram custos excessivos. Portanto, o estudo de caso apresentará a metodologia PDCA em conjunto às ferramentas da qualidade para elaboração de um manual de defeitos, a fim de padronizar as ações de identificação e correção dos defeitos. Como resultado, tem-se uma identificação clara das falhas do processo e uma padronização da metodologia de trabalho na etapa de fabricação dos tubos que traz ganhos de qualidade para a empresa.

Palavras-chave: Melhoria de processo. PDCA. Ferramentas da qualidade. Qualidade.

ABSTRACT

The current market is increasingly demanding and competitive. With globalization, technological innovations advance quickly. To overcome the challenges in a appropriated time, organizations use to implement a process improvement method. These methods when used properly enable organizations to reduce costs, reduce the amount of failures and rework, reduce non-quality costs, avoid internal and external failures, prevent waste, increase productivity and quality, increase reliability product or service, and consequently increasing the satisfaction of its customers. In this work the continuous improvement method PDCA (Plan, Do, Check and Act) and some of the quality tools will be presented, such as: Flow Chart, Diagram of Cause and Effect, Pareto Diagram, Control Chart, among others. The company selected for the study, produces welded tubes with the helical submerged arc welding process and during the production process occur some failures which need to be avoided or eliminated because they generate defects in the tubes and thus rework that generate excessive costs. Therefore, the case study will present the use of the PDCA methodology together with quality tools for the preparation of a defects manual in order to standardize the identification of actions and correction of defects. As a result, there is a clear identification of process failures and the standardization of working methods in the tube manufacturing step that brings quality gains for the company.

Keywords: Process improvement, PDCA, Quality tools, Quality

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo PDCA.....	42
Figura 2 – PDCA: Gerenciamento para melhorar	42
Figura 3 – PDCA: Gerenciamento para manter	43
Figura 4 – PDCA: Melhoria contínua	44
Figura 5 – Exemplo de Fluxograma.....	46
Figura 6 – Exemplo do Diagrama de Causa e Efeito	47
Figura 7 – Processo de Fabricação	55
Figura 8 - Ajuste da Formação do Tubo	56
Figura 9 - Processo de Soldagem: Externo e Interno	57
Figura 10 - Inspeção por Ultrassom <i>Online</i>	57
Figura 11 - Corte a Plasma.....	58
Figura 12 - Inspeção por Ultrassom Manual.....	58
Figura 13 - Tubo Biselado.....	59
Figura 14 - Inspeção por Raio X.....	59
Figura 15 - Teste Hidrostático.....	60
Figura 16 - Inspeção Visual e Dimensional Final.....	61
Figura 17 – Inspeção Visual da Solda	62
Figura 18 - Emenda das bobinas.....	67
Figura 19 - Exemplo de Falta de Fusão.....	69
Figura 20 - Ishikawa: Defeito falta de fusão.....	70
Figura 21 - Exemplo de vazamento de solda.....	71
Figura 22 - Ishikawa: Vazamento de Solda	71
Figura 23 - Exemplo de Poro	72
Figura 24 - Ishikawa: Poro	72
Figura 25 - Exemplo de <i>OFFSET</i>	73

Figura 26 - Ishikawa: *OFFSET*74

Figura 27 - Quadro do Manual de Defeitos77

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Exemplo do Diagrama de Pareto	48
Gráfico 2 - Exemplo do Gráfico de Controle	49
Gráfico 3 - Diagrama de Pareto: Ocorrência dos defeitos	66
Gráfico 4 - Retirado os defeitos inerentes ao processo	68
Gráfico 5 - Identificação dos defeitos de maior impacto	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Nomenclatura dos Defeitos	66
Quadro 2 - Modelo do Manual de Defeitos.....	76

LISTA DE SIGLAS

API - *American Petroleum Institute*

CEP - Controle Estatístico de Processo

FEPSC - Fornecedores, Entradas, Processos, Saída, Cliente

FPM - Folha de Parâmetro e Regulagem de Máquina

GMC - Grupo de Melhoria Contínua

IES - Instrução de Execução de Soldagem

ISO - *International Organization for Standardization*

LSC - Limite Superior de Controle

LIC - Limite Inferior de Controle

M - Média

PDCA - *Plan, Do, Check, Act*

PCI - Plano de Controle e Inspeção

SAW - *Submerged Arc Welding*

MES - *Manufacturing Execution System*

SDCA - *Standard, Do, Check, Act*

TQM - *Total Quality Management*

TQC - *Total Quality Control*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
2 REFERENCIAL TEÓRICO	29
2.1 CONCEITOS DE QUALIDADE	29
2.2 GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL (TQM)	30
2.2.1 Qualidade no processo produtivo.....	31
2.2.2 Padronização	33
2.2.3 Clientes externos e internos.....	34
2.3 CUSTOS DA QUALIDADE	35
2.4 ABORDAGEM POR PROCESSOS	37
2.5 CONCEITOS DE MELHORIA CONTÍNUA	38
2.6 CICLO PDCA (<i>PLAN, DO, CHECK, ACT</i>)	40
2.7 AS SETE FERRAMENTAS DA QUALIDADE	44
2.7.1 Fluxograma	45
2.7.2 Diagrama de causa e efeito.....	46
2.7.3 Diagrama de pareto	47
2.7.4 Gráfico de controle.....	48
3 METODOLOGIA.....	51
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	51
3.1.1 Abordagem.....	52
3.1.2 Natureza.....	52
3.1.3 Objetivos	53
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	53
3.3 DETALHAMENTO DO PROCESSO.....	55
3.3.1 Formação.....	55
3.3.2 Processo de soldagem helicoidal	56
3.3.3 Inspeção por ultrassom automático	57
3.3.4 Corte dos tubos	57
3.3.5 Intermediário	58
3.3.6 Chanfro (bisel)	59

3.3.7	Raio X.....	59
3.3.8	Teste hidrostático	60
3.3.9	Inspeção visual final	60
3.4	DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....	61
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PESQUISA.....	65
4.1	MÉTODO DE ANÁLISE DOS DADOS (ETAPAS DO CICLO PDCA)	65
4.1.1	Etapa P – <i>Plan</i>	65
4.1.2	Etapa D – <i>Do</i>	75
4.1.3	Etapa C – <i>Check</i>	76
4.1.4	Etapa A – <i>Act</i>	77
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
	REFERÊNCIAS	81
	ANEXO A – MANUAL DE DEFEITOS DE SOLDAGEM.....	87
	ANEXO B – MANUAL DE DEFEITOS DIMENSIONAIS EM TUBOS	97

1 INTRODUÇÃO

Diante de um mercado competitivo e com rápidas mudanças, as empresas buscam atender aos requisitos dos clientes, fornecendo um produto com qualidade e dentro das especificações que foram solicitadas com a pretensão de manter a sua sobrevivência. Desta forma, para a empresa conseguir promover as mudanças em um tempo hábil, é preciso que tenha um sistema de gestão que a auxilie a enfrentar os obstáculos e desafios que irá encontrar (AGUIAR, 2012).

Segundo Campos (2004, p. 1), “no entanto, estas mudanças são apenas parte rápida da evolução social, tecnológica e, sobretudo mental que a humanidade vem experimentando”. Com este cenário, para produzir e fornecer um produto com qualidade as empresas acabam encontrando dificuldades no alto custo de produção que por sinal é um desafio quanto à produtividade e competitividade, em que a empresa necessita vender um produto de alta qualidade por um preço estabelecido pelo mercado, uma vez que, a qualidade é formada durante o processo de fabricação do produto, assim as ações de qualidade poderiam ser simultâneas aos processos produtivos (CAMPOS, 2004; PALADINI, 2009; CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Para vender o produto a um preço competitivo e de acordo com o que demanda o mercado e com qualidade exigida pelo cliente, é necessário reduzir constantemente os custos de produção. Nestes, estão interligados os custos de operação e de não qualidade, como por exemplo, o retrabalho e o refugo, os quais afetam diretamente o processo produtivo e o valor final do produto. Segundo Carpinetti (2012, p. 2), “a gestão da qualidade também tem por objetivo reduzir os desperdícios e os custos da não qualidade nas operações de produção, melhorando a eficiência do negócio e permitindo preços mais competitivos”. Deste modo, analisar os elementos que influenciam no custo de não qualidade tornou-se fundamental, a fim de quantificar as perdas, como o retrabalho, o refugo, as devoluções, a manutenção etc., que podem atrapalhar o desempenho de uma organização (MARSHAL JUNIOR et al., 2010).

“A qualidade é formada durante o processo de produção, ou seja, a qualidade não é um *kit* que possa ser instalado no produto (resultado de um processo), mesmo que estocável, após sua produção” (CORRÊA; CORRÊA, 2012, p. 165).

O foco e a busca pela qualidade estão cada vez mais atrelados às exigências dos clientes, onde a redução dos custos, identificação e diminuição das perdas de processos elevam o potencial competitivo e por este motivo as empresas estão preocupadas com a produtividade e utilizando os métodos de melhoria contínua em conjunto com as ferramentas da qualidade em seu processo produtivo, identificando, analisando e corrigindo as falhas, a fim de estabelecer a filosofia de melhoria da qualidade e o fornecimento de um produto com alta qualidade e baixo preço (CAMPOS, 2004; JACQUES NETO, 2004).

Assim, o controle de processo de fabricação de tubos soldados é um importante fator para garantir um bom desempenho e a qualidade do produto, pois requer exigências baseadas em normas. Desta forma, o bom monitoramento e a identificação adequada do problema na causa raiz resultarão em ações corretivas imediatas e, se possível, até eliminadas, com a finalidade de reduzir o índice de retrabalho e aumento da produtividade. Para tanto, a proposta de criar um manual de defeitos para identificação dos defeitos e das suas possíveis causas, facilitará na padronização entre os turnos de trabalho, uma vez que a empresa não possui um método de análise.

Werkema e Deming (apud GOULART; BERNEGOZZI, 2010, p. 4), explicam como a qualidade é importante nos processos produtivos:

A produtividade nos processos produtivos traduz-se na prática da qualidade nas etapas de desenvolvimento, projeto, processo fabril e comercialização de um produto, que seja atrativo do ponto de vista econômico, de utilidade e de satisfação para o consumidor final, com a diminuição de desperdícios e retrabalhos, levando a um aumento da competitividade.

Segundo Campos (2004, p. 19), “durante o processo produtivo ocorre algo (efeito, fim, resultado) e para cada meio existe um conjunto de causas relacionadas que, se, não forem bem observadas, podem ser facilmente confundidas com os efeitos”.

Portanto é necessário realizar uma análise profunda para identificar e corrigir as causas destes defeitos (CAMPOS, 2004; PALADINI, 2009). Assim, o objetivo do trabalho é identificar as causas dos defeitos no processo de fabricação de tubos soldados e propor soluções e melhorias, a fim de reduzir o índice de retrabalho.

Para atender tal objetivo serão seguidos os objetivos específicos: (i) avaliar as falhas do atual processo de fabricação de tubos soldados; (ii) identificar as causas raízes dos defeitos gerados; (iii) propor melhorias com o uso de metodologia de análise de

falhas, e; (iv) padronizar os procedimentos relacionados as melhorias implementadas.

No presente trabalho será apresentado o levantamento dos dados para um estudo de caso sobre retrabalho do processo de fabricação de uma empresa que produz tubos soldados, assim como, as propostas das melhorias que serão levantadas e analisadas com a utilização de algumas das etapas do ciclo PDCA integrando às ferramentas da qualidade para a identificação dos defeitos que surgem durante esse processo e posteriormente alcançar a redução do índice de retrabalho, seguindo-se para as conclusões finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico trata da literatura pertinente ao tema pesquisado. Refere-se a uma fundamentação conceitual para análise dos dados coletados e irá sustentar a argumentação para elaboração deste trabalho.

2.1 CONCEITOS DE QUALIDADE

A qualidade deve ser tratada como um fator primordial em uma organização, pois a conformidade dos produtos fabricados deve atender ou superar as expectativas dos clientes. Segundo Campos (2004, p. 2), “[...] um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo as necessidades do cliente”, corroborando com a ideia de Deming (1993, p. 56), quando este cita que “qualidade é tudo aquilo que melhora o produto do ponto de vista do cliente”.

Segundo Juran e Gryna (1991, p. 11), “a qualidade é ausência de falhas”.

Segundo Ishikawa (1993, p.43), “qualidade é desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto de qualidade, que é mais econômico, mais útil e sempre satisfatório para o consumidor”.

Segundo Crosby (1986, p. 31), “qualidade é a conformidade do produto às suas especificações. As necessidades devem ser especificadas, e a qualidade é possível quando essas especificações são obedecidas sem ocorrência de defeito”.

Campos (2004, p. 2), define o que é qualidade com os termos utilizados a seguir:

- ✓ Que atende perfeitamente: projeto perfeito;
- ✓ De forma confiável: sem defeitos;
- ✓ De forma acessível: baixo custo;
- ✓ De forma segura: segurança do cliente;
- ✓ No tempo certo: entrega no prazo certo, no local certo e na quantidade certa.

No mundo, a partir dos anos 80, e no Brasil a partir dos anos 90, o conceito de Gestão da Qualidade Total (TQM) foi implementado em empresas de diversos

segmentos industriais e de serviços, a fim de aumentar a qualidade e a produtividade em seus processos (CARPINETTI, 2012).

2.2 GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL (TQM)

A TQM é: “[...] uma extensão do planejamento dos negócios da empresa que inclui o planejamento da qualidade” (JURAN; GRZYNA, 1991, p. 210). A qualidade deve ser transmitida a todos colaboradores da empresa no intuito de garantir a gestão da qualidade por meio das atividades realizadas no processo de produção, com o objetivo de atender as necessidades da empresa no sentido de redução de custos (JURAN; GRZYNA, 1991).

A Gestão da Qualidade Total requer o envolvimento da alta direção da organização, pois trata-se da viabilização estratégica da qualidade (JURAN; GRZYNA, 1991; PALADINI, 2009).

A gestão da qualidade total significa que a cultura da organização é definida pela busca constante da satisfação do cliente através de um sistema integrado de ferramentas, técnicas e treinamento. Isso envolve a melhoria contínua dos processos organizacionais, resultando em produtos e serviços de qualidade (SASHKIN; KISER, 1994, p.34).

Segundo Carpinetti (2012, p. 2), “a gestão da qualidade também tem por objetivo reduzir os desperdícios e os custos de não qualidade nas operações de produção, melhorando a eficiência do negócio e permitindo preços mais competitivos”.

As grandes empresas se empenham na implementação de programas de qualidade total, cujos resultados não só garantem a plena satisfação dos clientes, como também reduzem os custos de operação, minimizando as perdas, diminuindo consideravelmente os custos com serviços externos e otimizando a utilização dos recursos existentes (CERQUEIRA NETO, 1991, p. 43).

Segundo Paladini (2009, p. 39), “a gestão da qualidade total direciona todas as atividades da organização em direção à produção de melhorias. Trata-se de uma ação constante, crescente e organizada”.

A gestão da qualidade não significa apenas o controle da produção, a qualidade intrínseca de bens e serviços, a aplicação isolada de ferramentas e métodos de gestão, ou assistência técnica apropriada. Numa visão mais ampla, os conceitos associados a gestão da qualidade, ou simplesmente, à gestão pela qualidade total, passaram a significar um modelo de gerenciamento que busca a eficiência e a eficácia organizacionais. (MARSHAL JUNIOR et al., 2012, p. 1 e 2)

A gestão da qualidade contribui para a análise e priorização da qualidade no processo de fabricação, com equipamentos confiáveis, pessoal operacional bem qualificado, fornecedores certificados e métodos de trabalho otimizados (PALADINI, 2009).

Segundo Garvin (2002, p. 53), “a excelência é equiparada ao atendimento das especificações e a fazer certo da primeira vez”. As definições baseadas na produção identificam a qualidade como “conformidade com as especificações”. Quando estabelecido em um projeto ou em uma especificação, qualquer desvio implica em queda de qualidade (GARVIN, 2002).

2.2.1 Qualidade no processo produtivo

Em processos produtivos, a qualidade é medida no atendimento e na conformidade das solicitações e especificações requeridas, tendo como objetivo a busca pelo baixo índice de defeitos, sendo também uma busca pela cultura organizacional, a disciplina, a persistência, o foco na liderança, investimentos em equipamentos e treinamentos dos colaboradores, pois o custo da qualidade é o preço da não-conformidade (CROSBY, 1992).

“A gestão de processos também tem sido estudada e entendida como forma de reduzir o tempo entre a identificação de um problema de desempenho nos processos e a implementação das soluções necessárias” (PAIM et al., 2009, p. 26).

A engenharia de produção está integrada aos processos produtivos, pois contribui para eficácia e a otimização da produção, sendo também um modelo gerencial para a quebra de paradigmas que possam existir na organização, levando a um novo conceito para a execução das atividades relacionadas ao processo de fabricação. Como a gestão de processo é uma mudança paradigmática, ela deve ser incorporada pela cultura organizacional (PAIM et al., 2009, p. 59).

A qualidade nos processos produtivos pode ser entendida como a excelência na utilização dos diversos recursos e meios disponíveis em uma organização, para a obtenção de um produto adequado às expectativas do consumidor e das possibilidades de fabricação, levando em consideração a transformação constante da cultura da organização, focando a busca da melhoria contínua e do domínio de seus processos e controles. (GOULART; BERNEGOZZI, 2010, p. 4).

Os processos que integram esse ambiente possibilitam o contínuo aperfeiçoamento das empresas, pois são conduzidas a modificar seus sistemas e procedimentos, adquirindo maiores patamares de competitividade. Durante muito tempo, a qualidade foi avaliada nos produtos, as atividades dos processos produtivos possuíam ações bem definidas em seus efeitos. Sendo assim, a gestão de qualidade no processo surgiu das necessidades das organizações produtivas em eliminar defeitos nos produtos e com isso avançar com as estratégias gerenciais para a otimização do desempenho dos elementos (equipamentos, pessoas, informações, métodos, materiais) que compõe o processo. Neste sentido, a qualidade visava o produto acabado (PALADINI, 2009).

“Os primeiros efeitos da otimização do processo produtivo são produtos com preços menores, mais bem-acabados, sem defeitos, mais confiáveis, mais práticos, enfim, mais adequados ao uso pela forma perfeita como foram fabricados” (PALADINI, 2009, p. 40).

Segundo Paladini (2009, p. 58), “gestão de qualidade no processo produtivo entende-se o esforço feito que a qualidade não se restrinja ao produto (efeito), mas, muito antes disso, seja gerado no processo produtivo (causas ou origens do produto) ”.

Paladini (2009, p. 59) explica como a gestão da qualidade no processo foi priorizada:

A gestão da qualidade no processo, assim, ao priorizar as ações de produção (causas), propôs a imposição de determinados comportamentos ao processo, cujo resultado mais visível era um produto sem defeitos (consequência). O esforço para agregar qualidade ao processo produtivo gerou uma nova era no esforço pela qualidade, determinando novas prioridades e nas posturas administrativas. A ênfase da ação gerencial passou a ser a análise das causas e não mais a atenção exclusiva a efeitos. A meta, então, passou a ser o modelo de otimização do processo.

A concepção de gestão da qualidade no processo foi implementada ao agregar diversas abordagens conceituais de qualidade nas atividades de produção, seguindo um princípio básico: a qualidade deve ser gerada a partir das operações do processo produtivo. No sentido de viabilizar este princípio, centra-se no esforço de eliminar defeitos no produto. Sendo estabelecidas três etapas para implementação da gestão da qualidade no processo: eliminação das perdas, eliminação das causas das perdas e otimização do processo (PALADINI 2009; OLIVEIRA, 2013).

Paim e outros (2009, p. 114) explicam assim a divisão da gestão do processo:

A gestão do processo se divide em três grupos de tarefas: planejar, organizar e controlar processos; e inclui mensurar ou medir e melhorar os processos, com o interesse principal de se usar metas e métricas para assegurar que os processos funcionem como devem.

A medição de um processo pode ser realizada através de indicadores de desempenho, onde as informações adquirem um contexto da integração entre medidas, indicadores e sistema de indicadores. Um conjunto articulado desses indicadores de desempenho permite a gestão do acompanhamento e tomada de ações gerenciais. Com um sistema de medição, é possível comunicar a estratégia e clarear valores, identificar falhas, assim como visualizar oportunidades de melhorias, entender o processo, melhorar o planejamento e o controle, identificar momentos e locais de ações necessárias, mudar o comportamento, tornar possível a visualização de trabalhos, envolver pessoas e facilitar a delegação de responsabilidades (PAIM et al., 2009).

Segundo Paladini (2009, p. 40), “otimizar significa buscar os valores (resultados) possíveis sob certas condições. A otimização do processo significa, assim, gerar os melhores produtos possíveis nas atuais condições de operação”. Garantir um bom desempenho com os padrões de operação não quer dizer que a melhoria de processo não pode ser realizada, pois estas migram para o produto que é o resultado do processo. A otimização é associada a adequação do produto ao uso, estabelecido pela gestão da qualidade de processo (PALADINI, 2009).

2.2.2 Padronização

Segundo Marshal Junior e outros (2010, p. 89), “a gestão da qualidade inclui um sistema de gestão composto por princípios, técnicas métodos e ferramentas”.

Neste sentido, a padronização é muito importante para as organizações, pois permite a análise crítica e a consequente melhoria dos processos e métodos, além de propiciar uma perspectiva concreta do que analisar, no entanto, não basta somente padronizar processos, métodos, peças e componentes, também é preciso melhorá-los continuamente (MARSHAL JUNIOR et al., 2010; SILVA, 2012).

Campos (2004, p. 27) explica a importância da padronização para a empresa:

São raras as empresas que possuem padronização e treinamento no trabalho – a padronização do trabalho (da qual decorre o treinamento no trabalho) é a base de gerenciamento. É muito comum a situação, por exemplo, de uma empresa ter quatro equipamentos iguais produzindo o mesmo produto com operadores diferentes em quatro turmas. A falta de padronização pode conduzir a variações na produtividade por operador, na qualidade do produto, no custo, etc.

Atender aos requisitos dos clientes e atuar em paralelo reduzindo os desperdícios, segundo o Centro Universitário Norte do Espírito Santo [20--], p. 61], “demandam um grande esforço de gestão para racionalização e padronização das atividades exercidas no trabalho, visando a melhoria dos resultados em todas as etapas do processo de fabricação do produto”.

Isto inclusive, pode acontecer em diferentes turnos de trabalho, sendo de suma importância o total comprometimento de todos, especialmente da liderança, com esses propósitos, além da gestão da qualidade, depende fortemente da capacitação e motivação dos recursos humanos. Entretanto a gestão da qualidade se completa com um ciclo virtuoso de medição e análise dos resultados e ações de melhoria (CARPINETTI; CAUCHICK MIGUEL; GEROLAMO, 2011).

Segundo Campos (2004, p. 25, grifo do autor), “**manter sob controle** é saber localizar o problema, analisar o processo, padronizar e estabelecer itens de controle de tal forma que o problema nunca mais ocorra”.

2.2.3 Clientes externos e internos

Atender às necessidades dos clientes externos e internos é um fator importante para a empresa, uma vez que, os clientes externos determinam a resposta de satisfação e os internos determinam a resposta de competitividade de produção e qualidade do produto. A qualidade é um pré-requisito dos clientes externos e internos, sua busca envolve a melhoria contínua dos processos organizacionais, com o comprometimento de todos os níveis hierárquicos da organização, pois são as pessoas que operam processos, que geram resultados satisfatórios aos clientes, assim estes determinam a satisfação com o produto e no caso dos clientes internos determinam a competitividade e produtividade, a qualidade e a velocidade (JURAN; GRUNA, 1991; CAMPOS, 2004; CORRÊA; CORRÊA, 2012).

A importância da identificação e controle das falhas não está relacionada somente às exigências dos clientes externos da organização. Isso afeta igualmente os clientes internos, que também fazem parte do sistema e sofrem esse impacto. Os produtos fabricados por meio de processos bem controlados chegarão aos clientes com qualidade e dentro das especificações estabelecidas, uma vez que, “[...] assegurar a satisfação dos consumidores externos é estabelecer a ideia de que todas as partes da organização contribuem para a satisfação desses consumidores, satisfazendo inicialmente seus próprios consumidores internos [...]” (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p. 630).

Segundo Oliveira (2013, p. 254) é necessário, “satisfazer a clientes internos e externos através da melhoria contínua, assegurando que processos, produtos e serviços sejam executados com qualidade total para garantir a competitividade”.

Os clientes possuem requisitos diferenciados, que variam de acordo com o mercado, e, de modo geral, correspondem a uma combinação de: qualidade no produto ou serviço, prazo de entrega, pontualidade na entrega, boa reputação, bom atendimento, adequação ambiental, entre outros. O preço também é um requisito avaliado no ato da compra, um critério de desempate e ganha quem atender pelo menor valor praticado. Sendo assim, vários estudos foram conduzidos com os objetivos de: (i) reduzir desperdícios; (ii) aumentar a produtividade, e; (iii) aumentar a lucratividade (CARPINETTI; CAUCHICK MIGUEL; GEROLAMO, 2011; OLIVEIRA, 2013).

2.3 CUSTOS DA QUALIDADE

O custo da qualidade está atrelado ao processo produtivo, uma vez que para manter a qualidade e evitar o desperdício é necessário que o produto seja fabricado dentro das especificações. Desta forma, Corrêa e Corrêa (2012, p. 167) explicam que:

Juran foi o primeiro a propor que os custos relacionados a “não fazer certo da primeira vez” deveriam ser classificados, registrados e analisados, primeiro porque a linguagem do dinheiro, segundo ele era essencial na sensibilização da alta gerência e, segundo, conduziria a uma priorização das necessidades, além da identificação das oportunidades de redução desses custos.

O controle e o monitoramento dos processos visando a qualidade englobam custos para se obtê-la, assim como a falta da qualidade (CARPINETI, 2012). Tais custos podem ser classificados em:

Custos de prevenção: são os custos decorrentes para evitar as falhas futuras e têm como objetivo monitorar os processos e assim prevenir a não conformidade dos produtos, como por exemplo: custos de planejamento da qualidade, controle de processo, revisão de novos produtos em desenvolvimento, auditoria da qualidade, qualificação e desenvolvimento de fornecedores e treinamentos (CARPINETI, 2012; CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Custos de avaliação: são os custos empregados nas atividades de avaliação de conformidade do produto, com base nas especificações da qualidade estabelecidas, a fim de detectar alguma não conformidade antes que o produto chegue ao cliente final, como por exemplo: inspeção e teste de recebimento, inspeção em processo, inspeção final e teste, auditorias da qualidade, manutenção da rastreabilidade e acuracidade¹ de equipamentos de inspeção e teste (CARPINETI, 2012; CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Custos de falhas internas: são os custos associados a materiais, produtos e componentes com defeitos ou fora das especificações de qualidade, são identificados antes do despacho do produto, internamente na empresa. Estes custos não agregam valor para a empresa e não existiriam se os produtos fossem isentos deles. Exemplos de custos decorrentes de falhas internas são: refugo, retrabalho, reinspeção, inspeção total, redução no preço de venda devido à baixa qualidade ou reclassificação para uma outra especificação (TOLEDO, 2002; CARPINETI, 2012; CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Custos de falhas externas: são os custos associados pelos defeitos encontrados nos produtos já no cliente final. Ou seja, estes custos são identificados externamente, fora da empresa e também não agregam valor. Exemplos de custos decorrentes de falhas externas são: reclamações dos clientes, reivindicações da garantia, custos de rompimento de contrato por não atender as especificações da qualidade estabelecidas e custos por ações na justiça (TOLEDO, 2002; CARPINETI, 2012; CORRÊA; CORRÊA 2012).

¹ Conhecido também como: Auditoria de estoque

Segundo Paladini (2009, p.1 e 2), “[...] esforços para eliminar defeitos ou minimizar desperdícios podem determinar a otimização do processo, criando, por exemplo, significativas reduções nos custos”.

2.4 ABORDAGEM POR PROCESSOS

O mapeamento do processo é uma ação que fortalece a cultura organizacional, pois através deste é possível melhorar os processos e a eficiência do sistema produtivo, de tal modo, que aumente a competitividade no mercado e a qualidade do produto. O objetivo é identificar graficamente a integração das atividades sequenciadas com uma relação lógica e com a finalidade de atender as expectativas dos clientes externos e internos da empresa (CARPINETI, 2012; OLIVEIRA, 2013).

Segundo Carvalho e Paladini (2012, p. 226), “toda atividade acontece em termos de um processo, isto implica que a qualidade do processo determina a qualidade do resultado (saída) ”.

Uma organização obtém resultados satisfatórios através de um conjunto de atividades que utiliza recursos para transformar insumos (entradas) em produtos (saídas) de forma eficaz. É necessário identificar e gerenciar processos inter-relacionados e interativos (CARVALHO; PALADINI, 2012). Segundo Moellmann (2010, p. 12), “frequentemente, a saída de um processo resultará diretamente na entrada do processo seguinte, adotando uma identificação sistêmica e controlada pela organização”.

Hooper (2002), Carvalho e Paladini (2012, p. 217) citam de forma bem detalhada e compreendida a abordagem de processo, como:

- Abordagem por processo: um resultado desejado é alcançado mais eficientemente quando as atividades e os recursos relacionados são gerenciados como um processo.
- Abordagem sistêmica para gestão: identificar, entender e gerenciar os processos inter-relacionados, como um sistema, são fatores que contribuem para a eficácia e a eficiência da organização no cumprimento dos objetivos.

Com o objetivo de atender as necessidades e desejos dos clientes e acionistas, as empresas criam os processos. Segundo Carvalho e Paladini (2012, p. 218), “a gestão do processo é, por definição, uma metodologia para avaliação contínua, análise e melhoria de desempenho dos processos que exercem mais impacto na satisfação dos clientes e dos acionistas (processos-chave) ”.

Paladini (2009, p. 17) explica a importância de um processo na produção:

Qualidade pode ser identificada com um bom processo produtivo. Ou seja: a qualidade pode ser a capacidade de fabricar, a competência de produzir ou a aptidão para fazer. Bons processos são capazes de gerar produtos de pleno acordo como o projeto.

O mapeamento é importante em uma organização, pois permite o conhecimento detalhado e profundo das operações do processo produtivo. Com as variações que ocorrem na rotina de trabalho é possível criar novos procedimentos, novos caminhos que modificam o processo original visando uma melhor forma para execução das atividades. É fundamental para conseguir um bom entendimento das atividades. Isso requer a participação do colaborador que exerce a função em estudo e também quem está fazendo o mapeamento deve entender os conceitos de processo e sistema, entender os elementos do FEPSC² (fornecedores, entradas, processos, saída, cliente), sendo apta a aplicar e entender o que é valor para a empresa e o cliente. Portanto, saber como usar os rendimentos adquiridos para identificar onde uma melhoria deve ter um grande impacto (CARVALHO; PALADINI, 2012).

2.5 CONCEITOS DE MELHORIA CONTÍNUA

A proposta de melhoria contínua em uma organização requer o envolvimento dos colaboradores de forma gradativa, crescente e constante, pois é um padrão de trabalho baseado em qualidade e com a cooperação de todos. Neste sentido, é possível evoluir quando o assunto é gestão da qualidade total, pois há processos que dependem de pessoas com dedicação e comprometimento em atender as especificações dos clientes internos e externos, com o objetivo de garantir a eficiência do processo produtivo e a ausência de defeitos nos produtos ou no serviço prestado (CAMPOS, 2004; PALADINI, 2009; MARSHALL JUNIOR et al., 2010).

² Em inglês, SIPOC: *Suppliers, Inputs, Processes, Outputs, Clients*

Field e Swift (1996; apud WENSING; 2010, p. 16) explicam como deve ser um sistema de qualidade para prevenção de falhas:

Para ser completamente efetivo, um sistema de qualidade deve ser designado para prevenir defeitos ocorrendo ao invés de reagir a eles após o fato. Isso é para destacar que o sistema de prevenção é melhor que um sistema de detecção. Melhoria contínua da qualidade foca no fato de qualidade não poder ser inspecionada e reparada em um produto. Ela deve ser designada e construída de uma maneira sistemática e totalmente integrada. O propósito é fazer “direito na primeira vez”.

Carpinetti (2012, p. 41) explica como a utilização de métodos e técnicas auxiliam na identificação e resolução de problemas:

A adoção dos conceitos de abordagem científica e melhoria contínua para gestão da qualidade levaram ao desenvolvimento de vários métodos e técnicas que objetivam auxiliar nesse processo de levantamento e priorização de problemas, levantamento e análise das causas raízes, implementação de ações e avaliação de resultados.

A implementação de um sistema de melhoria contínua requer uma análise detalhada do processo atual ou de alguma falha ocorrida, a fim de identificar as causas raízes do problema, após isso, é possível estabelecer um novo procedimento ou melhorar o existente com a participação dos colaboradores. Logo, é importante que a organização padronize e controle todo o processo, para que todos os envolvidos possam identificar o problema, a fim de evitar que as falhas venham a ocorrer novamente (CAMPOS, 2004).

Carpinetti (2012, p. 41) explica como a melhoria contínua é importante para tomada de decisões com uma sequência lógica:

Outra característica marcante do processo de melhoria contínua é o uso da abordagem científica, especialmente nas fases de priorização de problemas, observação e análise de causas raízes e avaliação de resultados. A abordagem científica é o processo pelo qual a tomada de decisão decorre de uma série de atividades logicamente sequenciadas. É um processo decisório sistemático, baseado em informações completas, dados e fatos pesquisados e raciocínio lógico. A abordagem científica para tomada de decisão se contrapõe ao “achismo”, na opinião não fundamentada por evidências e fatos.

O uso sistemático do método na análise de falhas contribui na melhoria contínua e na manutenção dos resultados alcançados, a fim de garantir de forma concreta, a sua aplicação, além de demonstrar e obter o comprometimento das pessoas para o crescimento da organização. E para que esse crescimento aconteça: “[...] é forçoso reconhecer que, em toda intervenção, as mudanças só serão permanentes, profundas e bem-sucedidas, se atingirem a cultura da organização” (CURY, 2005, p. 286).

O método que será adotado e apresentado nesse trabalho é o Ciclo PDCA em conjunto com as ferramentas da qualidade, pois é possível executar de forma qualitativa todas as ações possíveis para solução dos problemas.

2.6 CICLO PDCA (*PLAN, DO, CHECK, ACT*)

O ciclo PDCA foi idealizado e utilizado a princípio por Walter Shewhart, como método de análise das causas naturais e causas especiais de variação de processo, porém, quem vislumbrou que a ideia poderia ser aplicada não somente aos processos de manufaturas, como também aos processos pelo quais as empresas eram conduzidas e gerenciadas foi Willian E. Deming, um dos “gurus da qualidade”, onde, popularmente fez com que o ciclo ficasse conhecido também por Ciclo de Deming (TRIVELLATO, 2010; CORRÊA; CORRÊA; 2012)

Deming (apud GRANDE, [20--], p. 20) explica como identificar e reduzir as causas de variações nos processos:

Ele propôs uma abordagem de gestão da qualidade baseada em evidências estatísticas para separação das causas de variação e no melhoramento através da contínua redução das variações dos processos. Para bem conduzir os esforços de qualidade, os gestores deveriam ter sempre uma apreciação das causas das variações dos processos.

Segundo Agostinetto (2006, p. 20), “os primeiros esforços para a implementação da sistemática de melhorias ficaram conhecidos pela difusão do TQC (*Total Quality Control*), em especial ao Ciclo PDCA (planejar, fazer, verificar e agir), central para esta teoria”.

As atividades a serem desenvolvidas em cada etapa, segundo Campos (2004, p. 33 a 34) e Agostinetto (2006, p. 21), são descritas da seguinte maneira:

- *Plan* (Planejar): estabelece-se o plano de acordo com as diretrizes de cada empresa, identifica o problema, estabelece os objetivos e as metas sobre os itens de controle, define o método a ser utilizado e se analisa os riscos, custos, prazos e recursos disponíveis;
- *Do* (Executar): execução das tarefas exatamente como prevista no plano de coleta de dados, estabelecendo treinamento no método a ser utilizado e objetivos sobre os itens de controle, coleta-se dados para verificação do

processo e finalmente, educa, treina, motiva e obtém comprometimento de todos envolvidos;

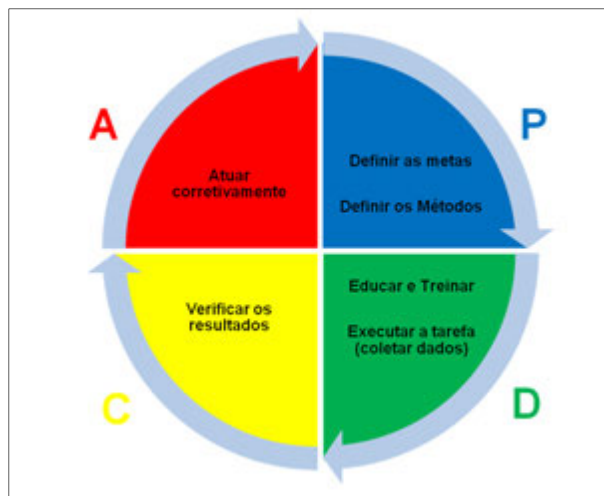
- *Check* (Checar): com os dados coletados na execução, compara o resultado alcançado com a meta planejada, se os valores medidos variam e comparam estes com o padrão estabelecido e, finalmente, se os itens de controle correspondem com os valores dos objetivos;
- *Act* (Agir): realizam-se ações para corrigir trabalhos que possam ter desviado do padrão, investigam-se as causas e tomam-se ações para não repeti-los e melhora-se o sistema de trabalho e o método. Caso não sejam identificados desvios, deve-se procurar realizar um trabalho preventivo, a fim de prever possíveis desvios, falhas que possam ocorrer no futuro.

O PDCA é bastante utilizado nas melhorias do nível de controle, logo, para obter o sucesso em melhorias de processo é preciso conjugar os dois tipos de gerenciamento: manutenção e melhorias. A melhoria contínua de um processo também está relacionada com os padrões de verificação, como por exemplo: padrões de equipamento, padrões de materiais, padrões técnicos, padrões de procedimento, padrões de produto, etc. Sendo assim, as diretrizes de controle estarão estabelecidas, definidas e fortalecidas pela organização (CAMPOS, 2004).

O Ciclo PDCA é um processo sem fim, pois repetidamente o trabalho de um processo é questionado de modo a alcançar a melhoria toda vez que a última dela foi realizada, sendo definido por autores como a sequência de atividades cíclicas para melhorar as práticas da organização, sejam nos processos de fabricação ou nos demais processos de negócios da empresa. Estes conceitos eram exclusivamente utilizados em processos de fabricação, no entanto, as empresas perceberam que tais conceitos poderiam ser utilizados em diversos processos, sendo adaptado de acordo com cada realidade, implementando a cultura de busca pela melhoria de cada atividade exercida em toda a empresa (AGOSTINETTO, 2006).

A figura 1 apresenta os passos que devem ser seguidos para a execução do Ciclo PDCA.

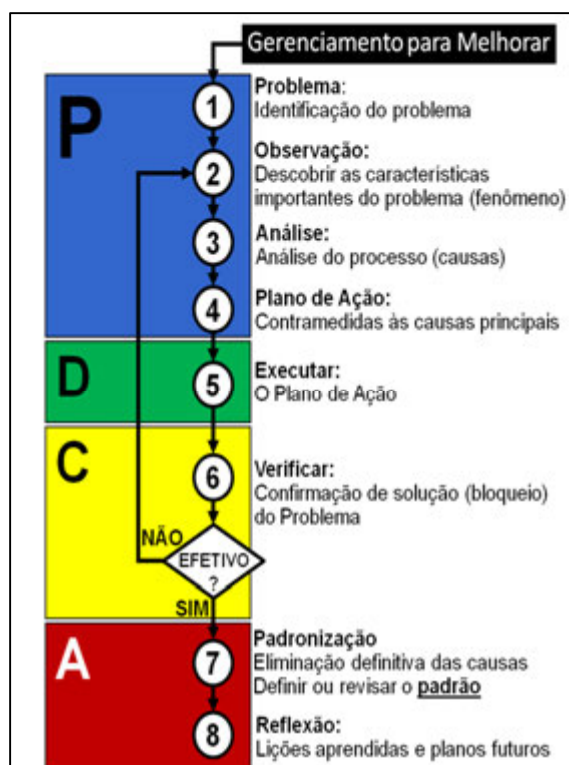
Figura 1 – Ciclo PDCA



Fonte: Campos (2004)

Na figura 2, está descrito o formato de sequenciamento em que deve ser realizado o fluxo das ações a serem tomadas na utilização do Ciclo PDCA.

Figura 2 – PDCA: Gerenciamento para melhorar

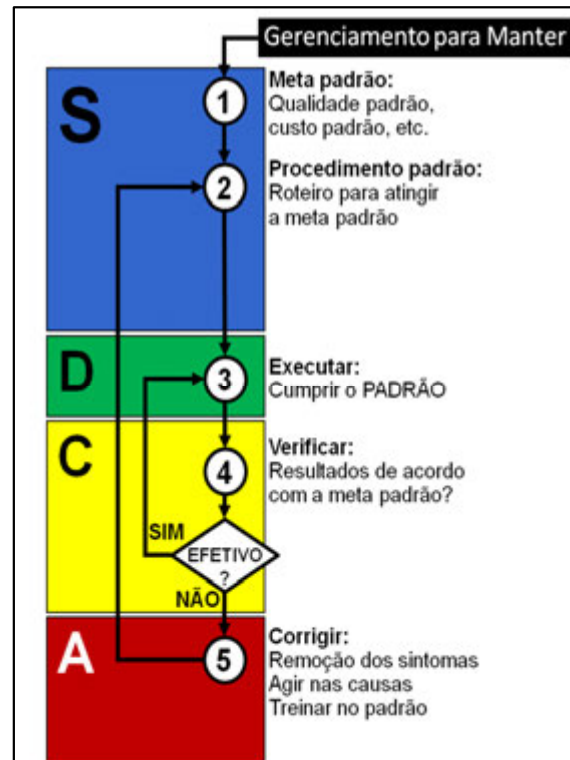


Fonte: Campos (2013)

O Ciclo PDCA também pode ser utilizado para manter a qualidade através do cumprimento padrão de operação, onde já foram previamente definidas as metas e

os métodos, sendo substituída a etapa “*Plan*” (Planejar) pela etapa “*Standard*” (padrão), ficando então SDCA. Os passos a serem seguidos no SDCA são apresentados na figura 3, com o fluxo de ações a serem seguidas (CAMPOS, 2004; TRIVELATTO, 2010).

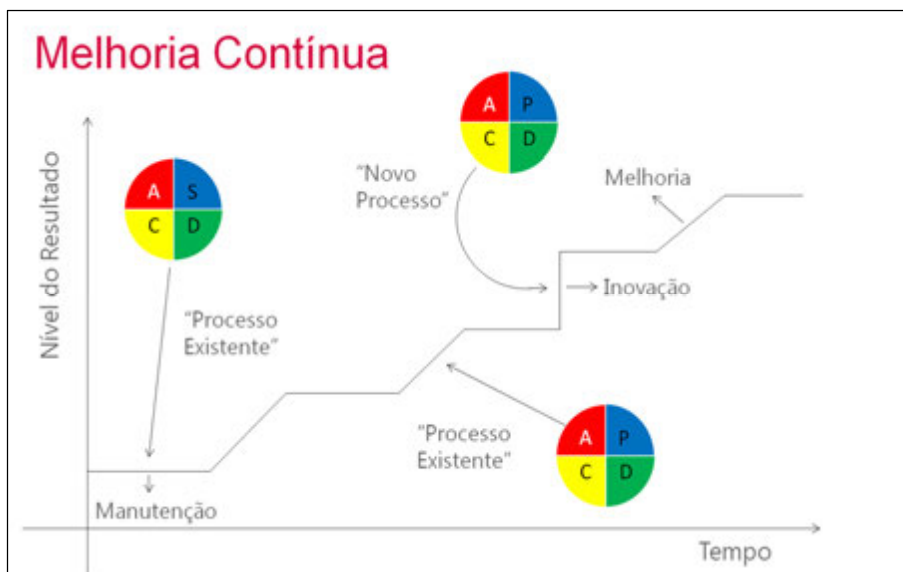
Figura 3 – PDCA: Gerenciamento para manter



Fonte: Campos (2013)

A figura 4 demonstra a diferença entre gerenciamento para melhorar e gerenciamento para manter, uma vez que o gerenciamento para manter requer a manutenção do processo existente e o gerenciamento para melhorar inova o processo existente.

Figura 4 – PDCA: Melhoria contínua



Fonte: Campos (2013) – Nota: Adaptado pelo autor do trabalho

2.7 AS SETE FERRAMENTAS DA QUALIDADE

São técnicas que podem ser utilizadas a fim de definir, mensurar, analisar e propor soluções para as falhas que eventualmente são encontradas e interferem no desempenho dos processos produtivos (MAGALHÃES, [20--]; GESTÃO DA QUALIDADE, 2010).

Segundo Kaoru Ishikawa (apud CORRÊA; CORRÊA, 2012, p. 195), “noventa e cinco por cento dos problemas relacionados à qualidade podem ser resolvidos com o uso das sete ferramentas quantitativas básicas”.

A maioria dos problemas das empresas pode ser analisada e resolvida por meio das ferramentas da qualidade (PEINADO; GRAEML, 2007).

Goulart e Bernegozzi (2010, p. 3) explicam como as ferramentas da qualidade auxiliam no controle das perdas de processo:

O foco na qualidade e na produtividade tem relação explícita com a redução dos custos, identificação e diminuição de perdas nos processos, e, aumento da competitividade e atenção às necessidades dos clientes, para isto se valendo de melhorias propiciadas pelas ferramentas da qualidade a organização busca a sua perenidade e em menor instancia a de seus produtos e serviços.

O emprego das ferramentas da qualidade é de grande valia para os sistemas de gestão da qualidade da organização, ajudando a elevar o nível de qualidade, pois é

um conjunto de ferramentas estatísticas utilizadas para a melhoria de produtos, serviços e processos (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

De acordo com Magalhães [20--], as sete ferramentas da qualidade são:

- ✓ Fluxograma;
- ✓ Diagrama de Causa e Efeito;
- ✓ Folha de Verificação;
- ✓ Diagrama de Pareto;
- ✓ Histograma;
- ✓ Diagrama de Dispersão;
- ✓ Gráfico de Controle.

Dentre tais ferramentas, as de principal utilização serão descritas nos tópicos a seguir:

2.7.1 Fluxograma

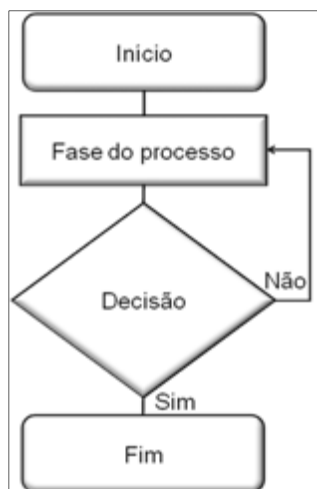
O fluxograma é uma ilustração sequencial de todas as etapas de um processo. É bastante utilizado na programação computacional, quanto na gestão da qualidade, pois permitem uma visão geral e de fácil entendimento de como funciona o processo. A estrutura do fluxo permite uma visão global do processo, quanto pode enfatizar as operações e ações ou decisões críticas (CARVALHO; PALADINI, 2012).

Carvalho e Paladini (2012, p. 369) explicam como um fluxograma pode ser utilizado:

A visão de um fluxograma possibilita rápida localização de pontos que representam operações cruciais, que requerem, por exemplo, atenção especial; controle mais rigoroso ou monitoramento com características próprias.

Os fluxogramas tendem a empregar símbolos padrões que irão identificar cada operação básica ou secundária de um processo (CARVALHO; PALADINI, 2012; MARSHAL JUNIOR et al., 2010). A figura 5 apresenta um modelo de fluxograma.

Figura 5 – Exemplo de Fluxograma



Fonte: Corrêa (2012) – Nota: adaptado pelo autor do trabalho

2.7.2 Diagrama de causa e efeito

O diagrama de causa e efeito foi desenvolvido para estabelecer as relações existentes entre um problema ou um efeito indesejado de um processo com todas as possíveis causas do problema, sendo um direcionamento para identificação deste problema e em seguida adotar ações de medidas corretivas para saná-los. O diagrama de causa e efeito foi desenvolvido pelo engenheiro químico Kaoru Ishikawa, e é popularmente conhecido como: Diagrama de Ishikawa. Possui uma estrutura parecida com a de um esqueleto de peixe, daí o porquê ele também recebe esta terceira denominação: Diagrama Espinha de Peixe, onde sua ilustração facilita a visualização das causas que levam a um problema, atuando como um guia para a identificação da causa fundamental e determinando as ações que deverão ser tomadas, sendo assim, as causas podem ser formadas por outras possíveis causas (WERKEMA, 1995; RODRIGUES, 2010; CARPINETTI, 2012).

Para Ishikawa (1993, p. 65):

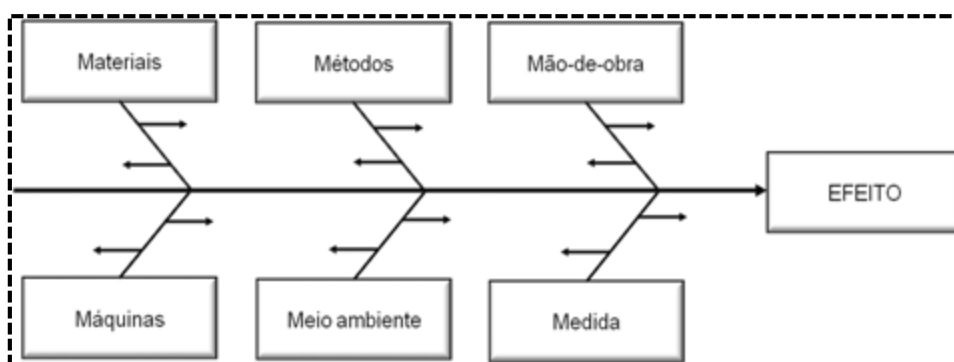
O processo é um conjunto de fatores de causa, precisa ser controlado para que se obtenham bons produtos e efeitos. Basicamente, devem-se procurar estes fatores de causa importantes, com pessoas que operam diretamente com este processo em comum.

Para obter informações sem omissão das causas relevantes, é aconselhável que sejam realizadas sessões de *brainstorming*. A técnica consiste e tem como objetivo estimular ao máximo os participantes a expor suas ideias sobre o assunto, sem que

haja prejulgamento para não constranger nenhum participante e é realizado num curto período de tempo (CARPINETTI, 2012; CORRÊA; CORRÊA, 2012).

O diagrama de causa e efeito usualmente adota o método de análise dos 6M's (materiais, métodos, mão-de-obra, máquinas, meio ambiente, medida), no entanto este critério pode ser adaptado de acordo com o problema, situação e local onde o diagrama de causa e efeito está sendo utilizado. A figura 6 apresenta um modelo de diagrama de causa e efeito, com o método dos 6M's (TRIVELLATO, 2010; CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Figura 6 – Exemplo do Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: Corrêa e Corrêa (2012) – Nota: adaptado pelo autor do trabalho

2.7.3 Diagrama de pareto

O diagrama de Pareto foi desenvolvido pelo italiano Vilfredo Pareto que, por meio de um estudo sobre a distribuição de renda no seu país, percebeu que a distribuição de riqueza não se dava de maneira igual, pelo contrário, 80% de toda riqueza nacional estavam concentrados nas mãos de uma pequena parcela de 20%, expressando em um gráfico, que por sinal leva seu nome e que viria a se transformar em uma conhecida e bem utilizada ferramenta da qualidade. Quem adaptou essa ferramenta para ser utilizada com problemas relacionados à qualidade foi o Guru da qualidade Juran (CARVALHO; PALADINI, 2012; CARPINETTI, 2012; CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Os diagramas de Pareto podem ser utilizados para classificar as principais causas de problema no processo de fabricação, tanto de maior, quanto de menor intensidade. Como por exemplo, se 50 problemas relacionados a qualidade, percentual de itens defeituosos, retrabalho, refugo, reclamações de clientes,

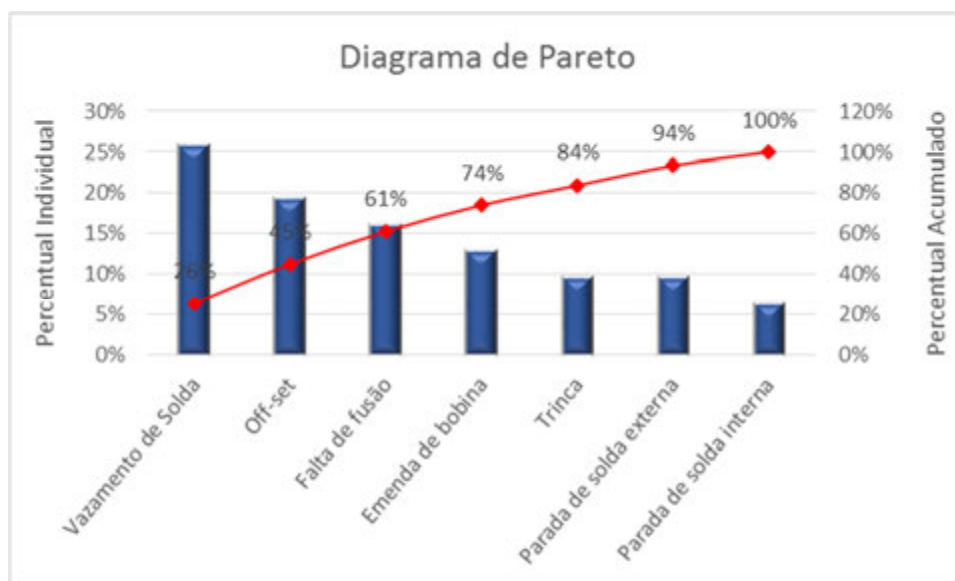
ocorrências de acidentes de trabalho, atrasos na entrega do produto etc., a solução de apenas de oito ou dez desses problemas representaria uma redução de 80 ou 90% das perdas que uma empresa poderia ter devido a ocorrência dos problemas existentes (CARVALHO; PALADINI, 2012; CARPINETTI, 2012).

Carpinetti (2012, p. 80) explica assim a utilização do diagrama de Pareto:

O princípio de Pareto afirma também que entre todas as causas de um problema, algumas poucas são grandes responsáveis pelos efeitos indesejáveis do problema. Logo, se forem identificadas as poucas causas vitais dos poucos problemas vitais enfrentados pela empresa, será possível eliminar quase todas as perdas por meio de um pequeno número de ações.

O diagrama de Pareto também é uma ferramenta utilizada para tomada de decisões, atacando os problemas que produzem maiores efeitos, como por exemplo, 80% dos problemas de qualidade concentram-se em 20% dos itens fabricados ou 80% das falhas ocorrem devido a 20% das causas prováveis dessas falhas (MARSHAL JUNIOR et al., 2010). O gráfico 1 apresenta um modelo de diagrama de Pareto.

Gráfico 1 - Exemplo do Diagrama de Pareto



Fonte: Marshal Junior (2010) – Nota: adaptado pelo autor do trabalho

2.7.4 Gráfico de controle

O gráfico de controle é uma das ferramentas mais conhecidas da gestão da qualidade, foi desenvolvido pelo engenheiro americano Walter Andrew Shewhart. A ferramenta possui bases quantitativas para análise da qualidade no processo, onde

também é conhecida por sua aplicação como: Controle Estatístico de Processo (CEP) (CARVALHO; PALADINI, 2012).

Segundo Carvalho e Paladini (2012, p. 375):

Como regra geral, os gráficos de controle são instrumentos para separar causas aleatórias das causas assinaláveis. Eles verificam se o processo é estável, se o processo está sob controle e se permanece assim e permitem a análise das tendências do processo.

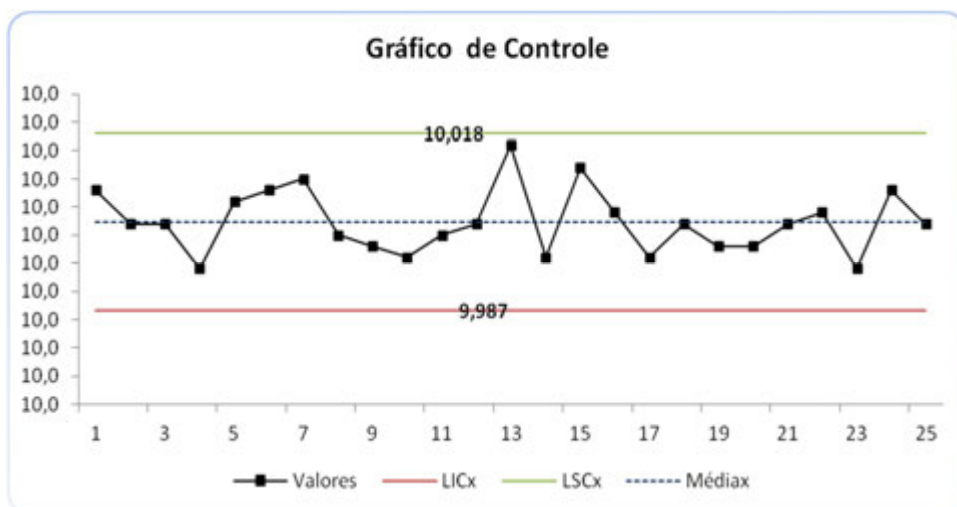
A utilização do gráfico de controle permite identificar e corrigir a tempo qualquer variação do processo provocado por causas comuns, estas podem resultar nos problemas crônicos e com isso originar em uma meta para melhoria (WERKEMA, 1995).

Marshall Junior e outros (2010, p. 106) explicam assim a elaboração de um gráfico de controle:

Para a construção do gráfico de controle deve-se calcular estatisticamente o limite superior de controle (LSC), o limite inferior de controle (LIC) e a média (M) de um processo. Os dados do processo, dentro desses limites, caracterizados, na maior parte das vezes, que o mesmo está estatisticamente sob controle (estável) e que as flutuações são consistentes e inerentes ao processo.

Segundo Carvalho e Paladini (2012, p. 274), "é uma ferramenta estatística que alerta para a presença de causas especiais na linha de produção". O gráfico 2 apresenta um modelo de gráfico de controle.

Gráfico 2 - Exemplo do Gráfico de Controle



Fonte: Carvalho e Paladini (2012) – Nota: adaptado pelo autor do trabalho

3 METODOLOGIA

Neste capítulo será apresentado a classificação utilizada para este estudo de caso, assim, como a apresentação da empresa estudada e o seu processo de fabricação.

A metodologia é um processo de construção, uma vez que para compreender algo desconhecido é necessário a investigação minuciosa com o auxílio de instrumentos adequados para se chegar a um fim (GONSALVES, 2011).

De acordo com Moresi (2003, p. 11), “metodologia científica é entendida como um conjunto de etapas ordenadamente dispostas que você deve vencer na investigação de um fenômeno”.

Para Lakatos e Marconi (2010, p. 46):

O método é o conjunto das atividades sistêmicas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo, conhecimentos válidos e verdadeiros, traçando o caminho a ser seguido, detectando os erros e auxiliando nas decisões.

Segundo Gil (2008, p. 09), “[...] métodos esclarecem acerca dos procedimentos lógicos que deverão ser seguidos no processo de investigação científica [...]”.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Pesquisa é um conjunto de ações e propostas, com base em procedimentos racionais e sistêmicos, assim pode-se encontrar as soluções para os possíveis problemas, que têm por base procedimentos racionais e sistemáticos. É uma atividade de aproximação sucessiva da realidade que nunca se esgota, fazendo uma combinação particular entre teoria e dados reais, sendo uma atitude e uma prática teórica de constante busca que define um processo intrinsecamente inacabado e permanente (MINAYO, 1993; SILVA; MENEZES, 2005; GIL, 2016; UNISANTA, [20--]).

Segundo Silva e Menezes (2005, p. 20), “a pesquisa é realizada quando se tem um problema e não se tem informações para solucioná-lo”.

A pesquisa pode ser classificada de várias formas, critérios, objetivos, finalidade, nível de explicação, modalidade, natureza e abordagem (GIL, 2010; GONSALVES, 2011).

Neste contexto a pesquisa qualitativa e descritiva é a mais apropriada para este estudo, pois possibilita a extração de dados observados pelo pesquisador e a exploração de resultados obtidos através da aplicação do modelo PDCA em conjunto com as ferramentas da qualidade.

Assim com este estudo de caso, será possível visualizar e demonstrar através de gráficos e análise de causa e efeito os principais fenômenos que causam os defeitos no processo de fabricação de tubos.

Para compreender o método adotado, observa-se as classificações quanto a abordagem, natureza e objetivos, detalhadas a seguir:

3.1.1 Abordagem

O presente estudo trata-se de uma pesquisa qualitativa, uma vez que para interpretação e compreensão dos fenômenos mais complexos é a mais adequada (LAKATOS; MARCONI, 2010; GONSALES, 2011).

Minayo (1994, p. 21-22), considera a pesquisa qualitativa como:

A pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis”.

Segundo Lakatos e Marconi (2010, p. 273), “a metodologia qualitativa tradicionalmente se identifica com o estudo de caso”.

A pesquisa qualitativa pode trazer uma análise detalhada e exata para alguns casos, uma vez que os participantes têm certa liberdade para determinar o que é mais importante e nesse contexto é possível representá-los (FLICK, 2013).

3.1.2 Natureza

Trata-se de uma pesquisa aplicada, pois quando adquirido o conhecimento é possível resolver um problema desconhecido de uma situação específica e abrange estudos elaborados com a finalidade de resolver problemas identificados no âmbito (GIL, 2016).

Flick (2013, p. 19) explica a relevância desse tipo de pesquisa:

Os resultados desse tipo de pesquisa aplicada são também produzidos de acordo com as regras de análise científica. Eles devem, entretanto, se tornar relevantes para o campo da prática, e para solução de problemas na prática.

Segundo Barros (2000, p. 78), “a pesquisa aplicada é aquela em que o pesquisador é movido pela necessidade de conhecer para a aplicação imediata dos resultados”.

Dessa forma ela contribui para os fins práticos, contribuindo quanto a solução imediata ou não, dos problemas encontrados na realidade (BARROS, 2000).

3.1.3 Objetivos

Quanto aos objetivos, a pesquisa será um estudo descritivo, pois através da utilização de técnicas padronizadas de coletas de dados será possível estabelecer e descrever os fenômenos que ocorrem durante o processo (GIL, 2002).

Segundo Yin (2001, p.134), “[...] o objetivo primeiro do estudo de caso pode não ser uma descrição, mas uma abordagem descritiva pode ajudar a identificar as ligações causais apropriadas a serem analisadas [...]”.

Segundo Gil (2002, p. 42), “as pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis”.

A metodologia adotada para elaboração desse trabalho foi o estudo de caso, com o propósito de investigar os dados coletados e propor ações e soluções de melhorias para a redução do índice de retrabalho na empresa estudada.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa³ onde foi realizado este trabalho é controlada por um grupo internacional, portanto é uma multinacional e teve suas operações iniciadas no ano de 2007 e, desde então, produz tubos de aço de grande diâmetro para diversas aplicações, como: gasodutos, oleodutos, condução de fluidos, estrutural e saneamento. Além da

³ Algumas informações foram retiradas do site da empresa estudada e manterá em sigilo sua identidade.

fábrica de tubos, a empresa possui também uma fábrica de aplicação de revestimento anticorrosivo interno e externo para os tubos.

O estudo foi realizado na fábrica de tubos, que em sua planta tem duas máquinas de formação de tubos pelo processo de soldagem a arco submerso helicoidal (SAW-H), com conformação da chapa a frio, cujos processos de fabricação são idênticos, diferenciando-se apenas pelas limitações de espessura de matéria-prima e do diâmetro do tubo a ser fabricado. Estes tubos atendem as especificações de 406 a 1.624 milímetros de diâmetro (16" a 64"), espessura de parede de 5 a 19 milímetros e comprimentos que alcançam até 18 metros.

Os tubos produzidos pela empresa passam por rigorosos sistemas de avaliação, uma vez que a empresa possui as seguintes certificações:

- ISO 9001: é uma norma que define os requisitos para colocar um sistema de gestão da qualidade em vigor. Ela ajuda empresas a aumentar sua eficiência e a satisfação do cliente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015).
- API Q1 e 5L: atende aos sistemas de gestão da qualidade para organizações que manufaturam produtos ou prestam serviços relacionados com a fabricação de produtos para uso na indústria do Petróleo & Gás Natural (QUALIGEST, 2016)
- ISO 14001: é uma norma aceita internacionalmente que define os requisitos para colocar um sistema da gestão ambiental em vigor. Ela ajuda a melhorar o desempenho das empresas por meio da utilização eficiente dos recursos e da redução da quantidade de resíduos, ganhando assim vantagem competitiva e a confiança das partes interessadas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015).

A empresa tem um parque industrial de aproximadamente 172.000 m² e possui uma capacidade instalada de produção de 70 a 90 mil toneladas de tubos por ano, dependendo do *mix*⁴ de produtos. Na filial do Espírito Santo, a empresa conta com aproximadamente 120 funcionários.

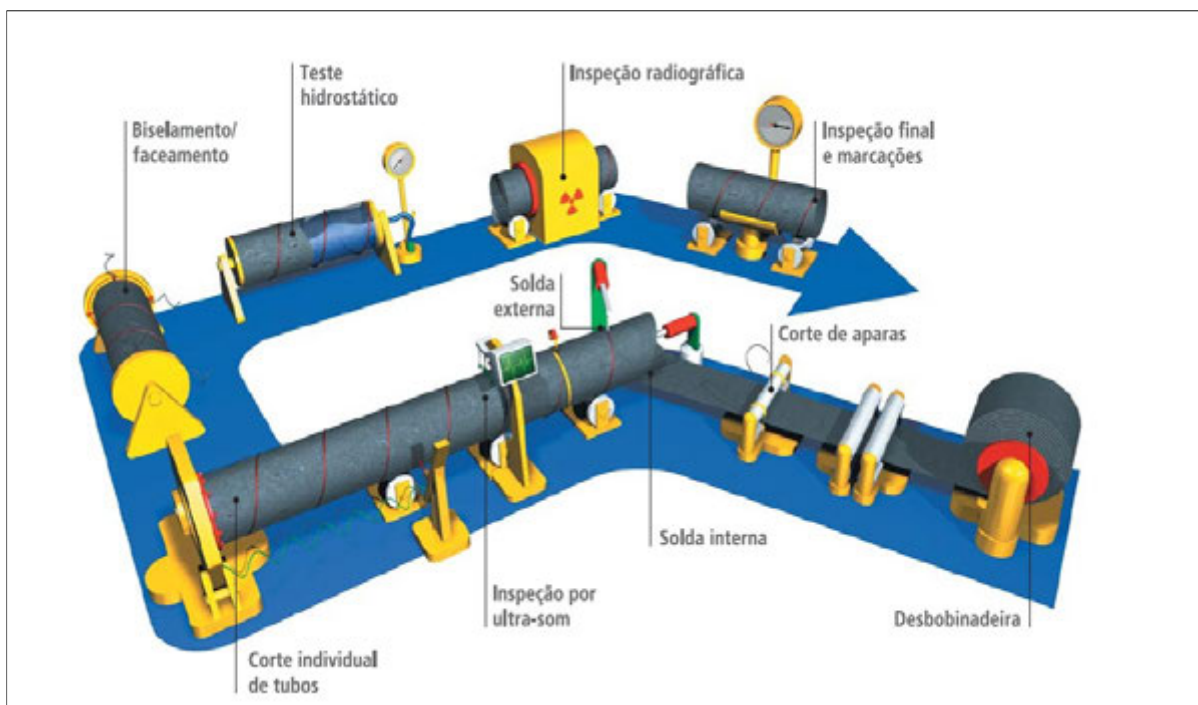
⁴ Variedade de vendas dos tubos.

3.3 DETALHAMENTO DO PROCESSO

A empresa estudada utiliza as ferramentas de gestão da qualidade para auxiliar na melhoria dos processos e no alcance da excelência operacional, tendo como base o PDCA para as tomadas de ações de correção, prevenção e melhoria. Como forma de estruturar estas ferramentas, também são estabelecidos os programas corporativos, como por exemplo, o Grupo de Melhoria Contínua (GMC).

A figura 7 representa o fluxograma do processo de fabricação de tubos.

Figura 7 – Processo de Fabricação



Fonte: Catálogo de produtos da empresa estudada [20--]

As etapas de todo o processo de fabricação e liberação dos tubos, serão detalhadas a seguir:

3.3.1 Formação

Os tubos com solda helicoidal são formados a partir de bobinas de aço laminadas a quente. Seu desenvolvimento é baseado em uma fórmula trigonométrica que possibilita calcular o ângulo que será utilizado para o ajuste da máquina com a finalidade de obter o diâmetro do tubo. Os dados utilizados para esses ajustes são

encontrados na FPM - Folha de Parâmetro e Regulagem de Máquina, que são elaboradas pelos engenheiros de produção da empresa. Dessa forma, tais ajustes são realizados de acordo com o dimensional de cada projeto especificado pelo cliente. O perímetro do tubo é medido e monitorado no mínimo três vezes em cada tubo garantindo que o produto seja fabricado dentro das tolerâncias especificadas pelo cliente ou norma. A figura 8 apresenta um modelo do ajuste com a chapelona⁵.

Figura 8 - Ajuste da Formação do Tubo



Fonte: Autoria própria

3.3.2 Processo de soldagem helicoidal

A soldagem dos tubos pelo processo a arco submerso é contínua conforme ilustrado na figura 9. Através da utilização de dois arames para soldagem do lado interno e dois para o lado externo. A soldagem é executada por operadores qualificados, que seguem o procedimento de soldagem que determina os parâmetros necessários para tal processo. Os parâmetros de soldagem são disponibilizados na IES – Instrução de Execução de Soldagem, que é um documento elaborado pelo engenheiro de produção da empresa, conforme a norma de fabricação de cada projeto.

⁵ Molde de madeira que simula a circunferência do tubo.

Figura 9 - Processo de Soldagem: Externo e Interno



Fonte: Autoria própria

3.3.3 Inspeção por ultrassom automático

Na sequência da soldagem é executado um ensaio não destrutivo pelo método ultrassônico realizada por inspetores qualificados, com intuito de identificar instantaneamente se há descontinuidades na solda para que as ações corretivas sejam tomadas em um menor espaço de tempo, conforme a figura 10.

Figura 10 - Inspeção por Ultrassom *Online*



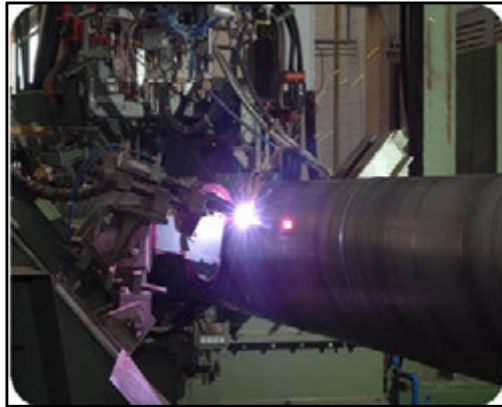
Fonte: Autoria própria

3.3.4 Corte dos tubos

Os tubos são fabricados com o comprimento de até 18 metros e poderão ser fornecidos de 8,5 a 32 metros ou conforme solicitado pelo cliente. O corte do tubo é executado ao final das máquinas de formação e soldagem do tubo, por um conjunto

móvel e por meio do corte a plasma. É nesta etapa também que os tubos são identificados através de um número, que é utilizado por todas as outras etapas, com a finalidade de garantir o seu rastreamento até depois de despachado. A figura 11 apresenta um modelo do tubo sendo cortado.

Figura 11 - Corte a Plasma



Fonte: Autoria própria

3.3.5 Intermediário

Após o processo de fabricação do tubo, ocorre uma inspeção visual da solda para verificação de descontinuidades no produto. Caso a solda apresente descontinuidade e a mesma seja reprovada, quando permitido por norma, deve ser removida e reparada por soldagem com eletrodo revestido, utilizando os parâmetros especificados e soldador qualificado. Após o reparo, deverá ser executado novo ensaio não-destrutivo, por meio de ultrassom manual. A figura 12 demonstra o tubo sendo inspecionado por ultrassom manual após reparo.

Figura 12 - Inspeção por Ultrassom Manual



Fonte: Autoria própria

3.3.6 Chanfro (bisel)

Os tubos nesta etapa serão usinados em ambas as extremidades, com o objetivo de fazer um bisel nas pontas de acordo com norma ou especificação aplicável, conforme a figura 13. O bisel é um ângulo preparado que servirá para a soldagem em campo, ou seja, quando o tubo for utilizado para o seu fim.

Figura 13 - Tubo Biselado



Fonte: Autoria própria

3.3.7 Raio X

Quando a especificação do tubo for para condução de óleo ou gás, a norma determina que seja realizado a inspeção por raio x, que garante que o tubo atenderá para tal aplicação. A figura 14 apresenta o tubo sendo inspecionado.

Figura 14 - Inspeção por Raio X



Fonte: Autoria própria

3.3.8 Teste hidrostático

Quando a especificação do tubo for para condução de algum fluido, conforme capítulo 3, item 3.2, o tubo sofrerá o ensaio de teste hidrostático, uma vez que a norma determina que seja aplicada uma pressão hidrostática por um período de tempo especificado, que garante que o tubo atenderá para tal aplicação. A figura 15 apresenta o tubo sendo testado.

Figura 15 - Teste Hidrostático



Fonte: Autoria própria

3.3.9 Inspeção visual final

Neste setor, os tubos são submetidos à inspeção visual e dimensional. Primeiro o inspetor realiza uma inspeção visual no corpo do tubo e em seguida ele faz as medições de acordo com o PCI – Plano de Controle e Inspeção, a figura 16A demonstra a medição de diâmetro do tubo e a figura 16B, demonstra a medição do ângulo do bisel, citado no item 4.1.6. Caso esteja de acordo com as exigências do cliente e da norma de fabricação, o tubo é liberado para o pátio de estocagem para posteriormente ser revestido ou despachado.

Figura 16 - Inspeção Visual e Dimensional Final



Fonte: Autoria própria

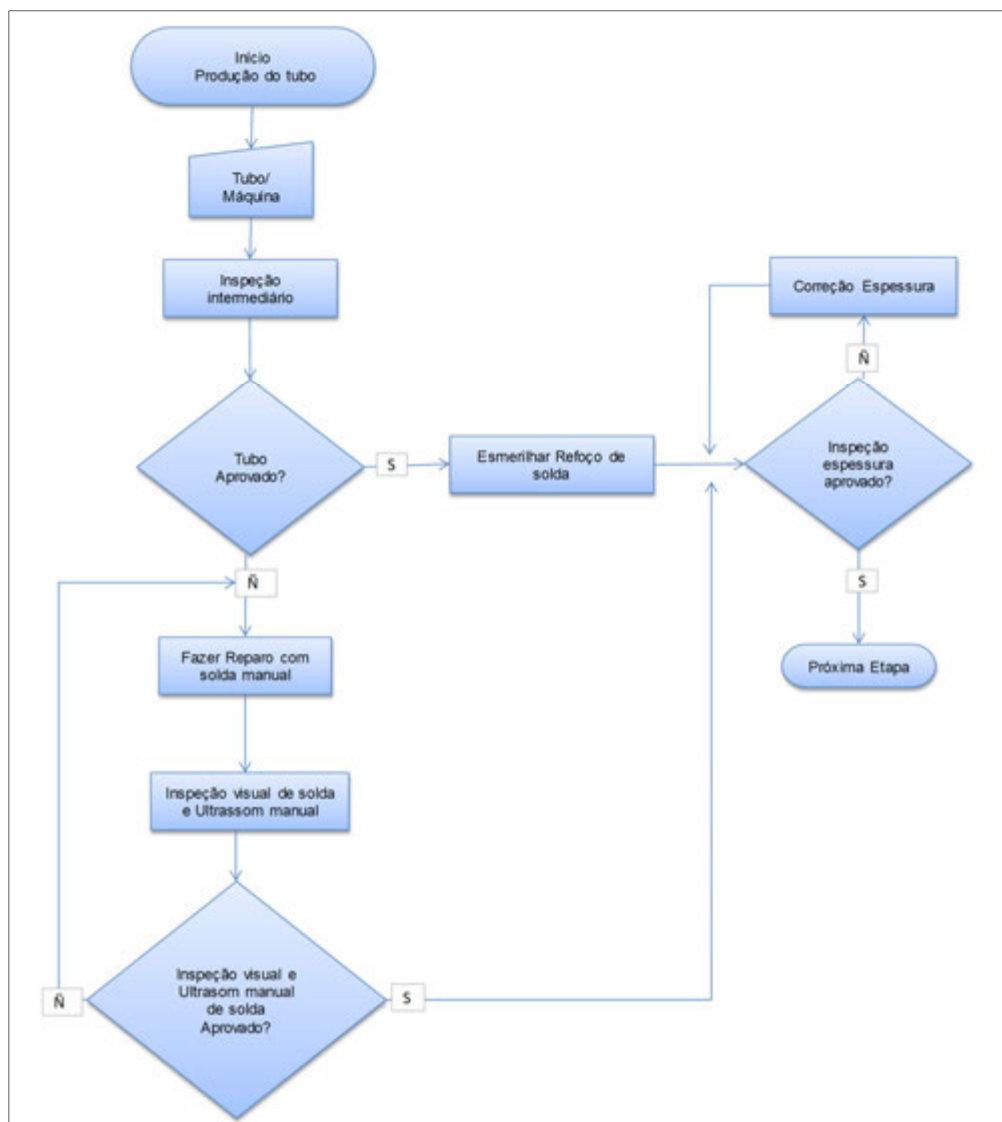
3.4 DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado com uma equipe multifuncional denominado GMC – Grupo de Melhoria Contínua que foi montada para reduzir o índice de retrabalho por defeitos provenientes das máquinas de solda.

A equipe do GMC foi composta por: engenheiros, analistas, supervisores, técnicos, inspetores e operadores, formando uma equipe multidisciplinar de 8 integrantes.

Durante a fabricação dos tubos ocorre uma inspeção *online* por ultrassom automático (item 3.3.3) e podem ser identificadas algumas descontinuidades que serão avaliadas no setor do intermediário por meio da inspeção visual (item 3.3.5) e sendo constatado que realmente é um defeito, será realizado o reparo do tubo. A figura 17 apresenta o fluxograma da maneira como são realizadas as inspeções nos tubos.

Figura 17 – Inspeção Visual da Solda



Fonte: Autoria própria

Conforme o fluxograma da figura 17, os tubos são fabricados na máquina e enviados para a próxima etapa, que consiste na inspeção visual da solda no setor denominado intermediário. O tubo sendo aprovado seguirá para a próxima etapa, caso o tubo seja reprovado, será realizado um reparo conforme a norma de fabricação na região onde foi identificada o defeito. Após isso, será realizado novamente a inspeção visual da solda e uma inspeção por ultrassom manual, conforme descrito no item 3.3.5, que irá garantir a aprovação do tubo.

A empresa possui um sistema para monitorar e controlar todas as etapas do processo de produção, desde a criação do tubo até a sua liberação final, chamado: M.E.S - *Manufacturing Execution System*. Os dados foram coletados através deste

sistema, onde os inspetores registram os defeitos encontrados nos tubos. O período de coleta de dados extraído do sistema M.E.S foi de 10.03.2015 a 20.07.2015.

Desta forma, os defeitos são gerados no processo de fabricação, onde as medidas de prevenção deverão ser implementadas para que a identificação não seja tardia acontecendo assim, somente no setor do intermediário.

No atual cenário, a empresa não possui um método (padrão) para a identificação das falhas que ocorrem durante a fabricação dos tubos e nem um monitoramento eficaz para evitar essas ocorrências. Para tanto, é viável um controle sistêmico sobre os defeitos, mapear as atividades e acompanhar os resultados das ações de melhoria sobre os processos internos que causaram os defeitos (JACQUES NETO, 2004).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PESQUISA

Neste capítulo será apresentado o emprego do método PDCA assim, como as aplicações das ferramentas da qualidade para a identificação na causa raiz dos defeitos que ocorrem durante o processo de fabricação de tubos.

4.1 MÉTODO DE ANÁLISE DOS DADOS (ETAPAS DO CICLO PDCA)

A seguir, será mostrado o desenvolvimento de cada etapa da aplicação do método PDCA (detalhado no capítulo 2, item 2.6), o qual foi utilizado na empresa estudada.

4.1.1 Etapa P – *Plan*

Na etapa P são aplicados os 4 primeiros passos do ciclo PDCA, que serão apresentados a seguir:

Passo 1: Identificação do problema

Conforme descrito no capítulo 3, item 3.2, a empresa possui duas máquinas de solda para a produção de tubos. Neste processo produtivo surgem alguns defeitos de fabricação que precisam ser evitados ou minimizados. No entanto, constatou-se a inexistência de um manual que estabeleça uma relação entre os defeitos gerados e as suas principais causas. Desta forma, a decisão pode ser diferente entre os turnos de trabalho.

Com base nos dados coletados pelo GMC, os tipos de defeitos que podem ocorrer durante o processo de fabricação são os listados no quadro 1.

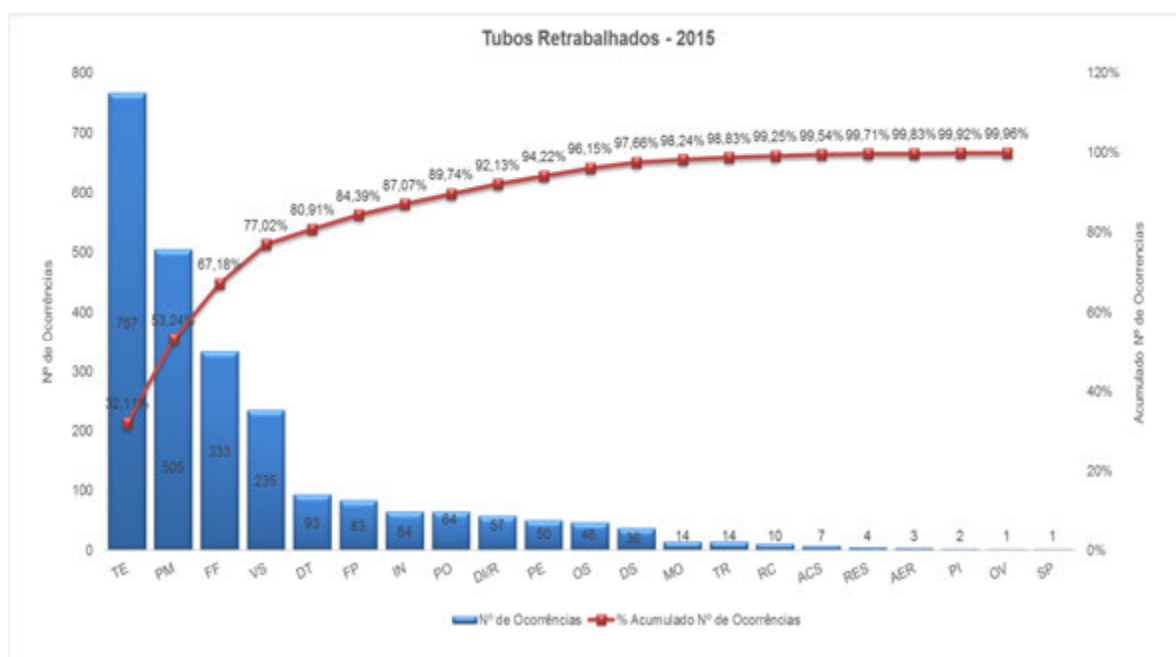
Conforme apresentado anteriormente no capítulo 2, item 2.7.3, através do diagrama de Pareto, foram listados os defeitos com maior ocorrência durante o processo, conforme o gráfico 3.

Quadro 1 - Nomenclatura dos Defeitos

Defeitos de Soldagem: <i>SAW - H</i>	Sigla
Abertura de Arco	AA
Ausência do Cordão de Solda	ACS
Ângulo Excessivo de Reforço	AER
Deposição Insuficiente ou Rechupe	DI / R
Desalinhamento de Solda	DS
Dimensionais do Tubo / Variações do Diâmetro	DT
Falta de Fusão	FF
Falta de Penetração	FP
Inclusão	IN
Mordedura	MO
(<i>OFFSET</i>) - Desalinhamento entre Bordas	OS
Ovalização	OV
(<i>PEAKING EFFECT</i>) - Embicamento	PE
Perfuração	PER
Perfil Irregular de Solda ou Oscilação	PI
Parada de Máquina de Solda	PM
Poros ou Porosidade	PO
Rachaduras na chapa	RC
Respingo	RES
Sobreposição	SP
Tubo Emenda	TE
Trinca	TR
Vazamento de Solda	VS

Fonte: Autoria própria

Gráfico 3 - Diagrama de Pareto: Ocorrência dos defeitos

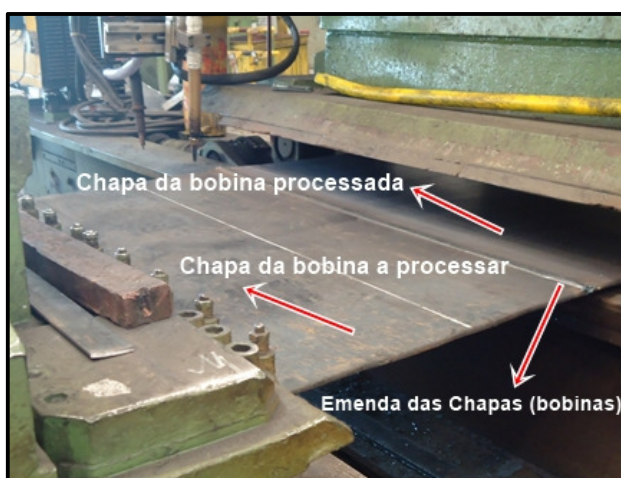


Fonte: Autoria própria

Passo 2: Observação

Os defeitos de parada de máquina (PM) e tubo emenda (TE) são inerentes ao processo e um está associado ao outro, porque quando a bobina acaba é necessário parar a máquina para realizar a emenda de uma bobina na outra, conforme a figura 18. Daí o surge o defeito titulado TE e consequentemente o defeito de PM. Entretanto para esses defeitos foram adotadas outras medidas de prevenção que não serão abordadas neste trabalho.

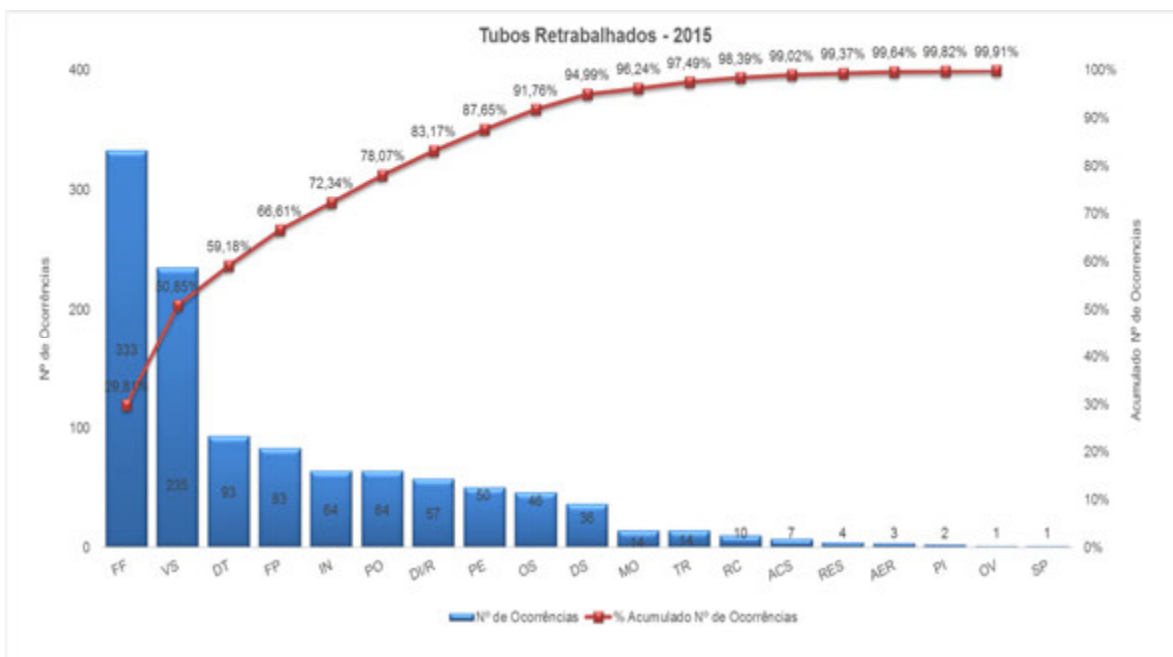
Figura 18 - Emenda das bobinas



Fonte: Autoria própria

Portanto, os defeitos de PM e TE foram retirados da análise, sendo realizado um novo diagrama de Pareto, para melhor identificação dos outros defeitos e assim continuar e priorizar a análise, conforme o gráfico 4.

Gráfico 4 - Retirado os defeitos inerentes ao processo

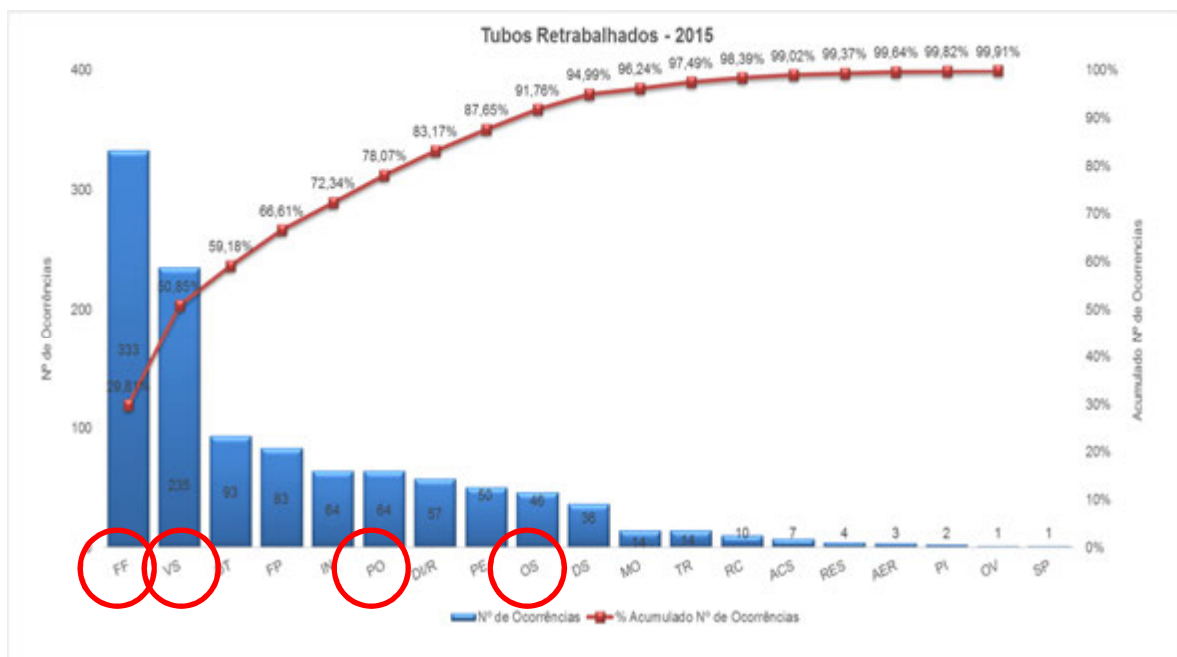


Fonte: Autoria própria

Passo 3: Análise das Causas

Devido à grande quantidade de defeitos listados e que podem influenciar diretamente no processo de fabricação, o GMC selecionou aqueles de maior impacto e que podem ser resolvidos com a menor relação custo-benefício, conforme detalhamento do gráfico 5.

Gráfico 5 - Identificação dos defeitos de maior impacto

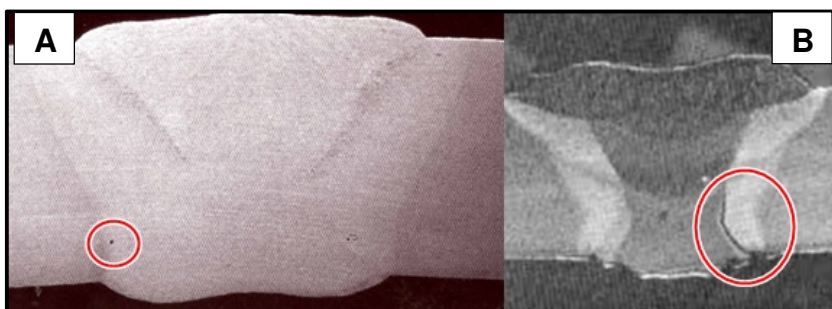


Fonte: Autoria própria

Assim, foi realizado um *brainstorming* para identificar as principais causas dos defeitos a seguir:

FF - Falta de fusão: é um tipo de defeito que pode ser identificado através de inspeção por ultrassom e por ensaio de macrografia e micrografia, pois acontece na solidificação do metal depositado com o metal de base e entre os passes de solda, ou seja, na parte interna entre os chanfros. A figura 19A demonstra um defeito de falta de fusão pelo ensaio de macrografia e a figura 19B pelo ensaio de micrografia, conforme o destaque em cada figura.

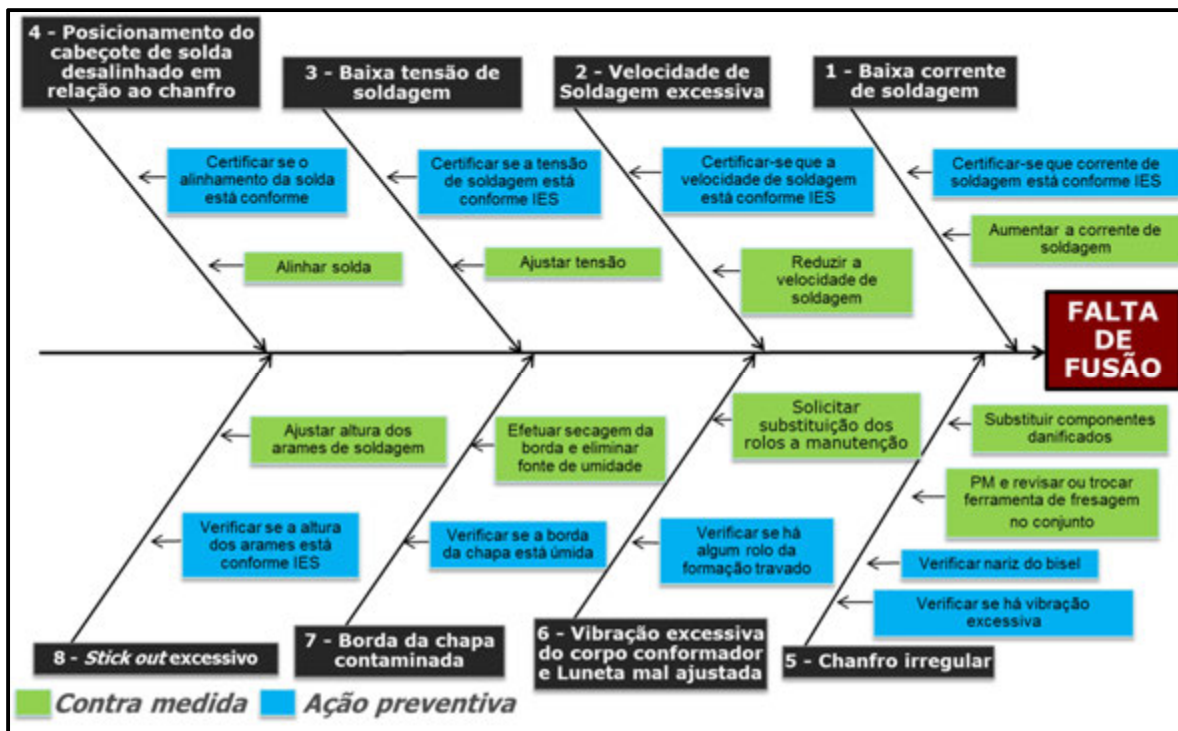
Figura 19 - Exemplo de Falta de Fusão



Fonte: Autoria própria

O GMC realizou o *brainstorming* e conforme citado no capítulo 2, item 2.7.2, foi elaborado um diagrama de Ishikawa para o defeito de FF, conforme descrito na figura 20.

Figura 20 - Ishikawa: Defeito falta de fusão



Fonte: Autoria própria

Conforme apresentado no diagrama de Ishikawa da figura 20, mostra que para o defeito de Falta de Fusão foram observadas 8 causas distintas que, de acordo com o GMC, necessitam de um conjunto de 8 ações preventivas e 9 contramedidas. Dentre estas, destacam-se as causas 4, 5 e 6, pois há necessidade de parar a máquina para realizar o ajuste.

VS - Vazamento de solda: o defeito de vazamento de solda é facilmente identificado na inspeção visual, uma vez que o cordão de solda é bruscamente interrompido e assim não ocorre a soldagem, conforme demonstrado na figura 21.

Figura 21 - Exemplo de vazamento de solda



Fonte: Autoria própria

O GMC realizou o *brainstorming* e conforme citado no capítulo 2, item 2.7.2, foi elaborado um diagrama de Ishikawa para o defeito de VS, conforme descrito na figura 22.

Figura 22 - Ishikawa: Vazamento de Solda



Fonte: Autoria própria

Conforme apresentado no diagrama de Ishikawa da figura 22, mostra que para o defeito de Vazamento de Solda foram observadas 6 causas distintas que, de acordo com o GMC, necessitam de um conjunto de 9 ações preventivas e 9 contramedidas. Dentre estas, destacam-se as causas 1, 4 e 5, pois há necessidade de parar a máquina para realizar o ajuste.

PO – Poro: o Poro é resultante da liberação de gases durante a solidificação da solda. Existem alguns tipos de Poro, como por exemplo: poro superficial, porosidade, porosidade agrupada, porosidade alinhada e porosidade vermiforme. Esse tipo de defeito pode ser identificado na inspeção visual quando acontece na superfície da solda ou por meio do ultrassom, uma vez que a medida que a poça de fusão se desloca o PO fica sobreposto entre os passes de solda. A figura 23 apresenta um tipo de poro que acontece no processo de fabricação da empresa estudada.

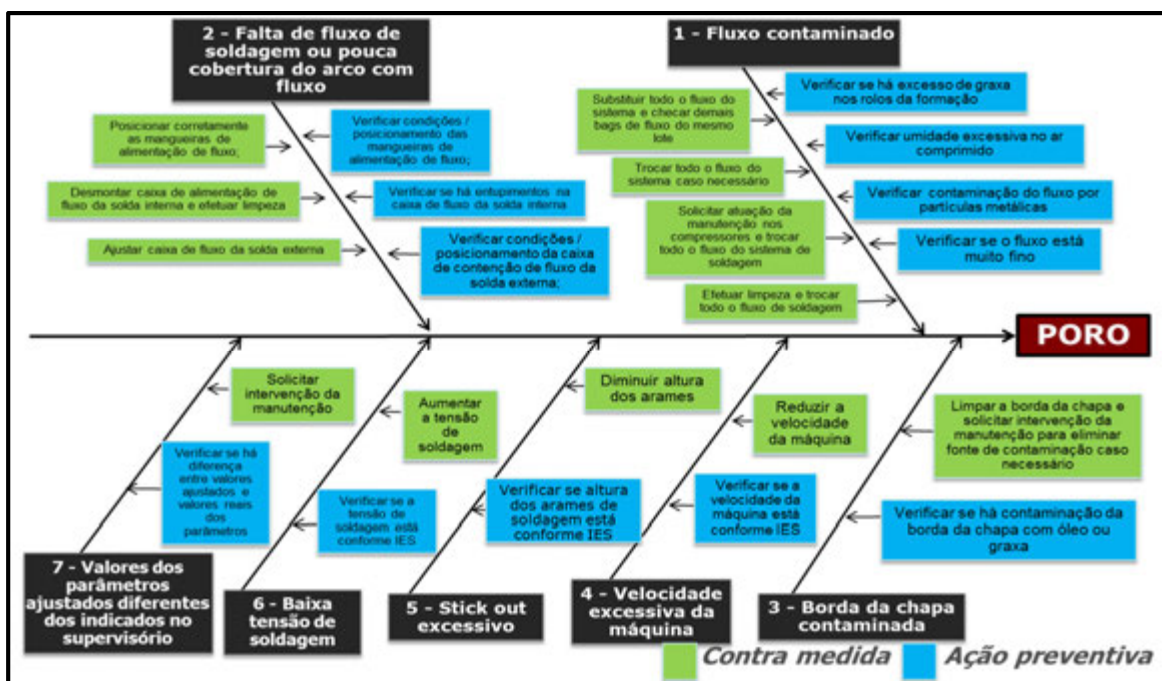
Figura 23 - Exemplo de Poro



Fonte: Autoria própria

O GMC realizou o *brainstorming* e conforme citado no capítulo 2, item 2.7.2, foi elaborado um diagrama de Ishikawa para o defeito de PO, conforme figura 24.

Figura 24 - Ishikawa: Poro



Fonte: Autoria própria

Conforme apresentado no diagrama de Ishikawa da figura 24, mostra que para o defeito de Poro foram observadas 7 causas distintas que, de acordo com o GMC, necessitam de um conjunto de 12 ações preventivas e 12 contramedidas. Dentre estas, destacam-se as causas 1, 2, 3, 4 e 5, pois há necessidade de parar a máquina para realizar o ajuste e são os fatores que podem influenciar para que o defeito aconteça.

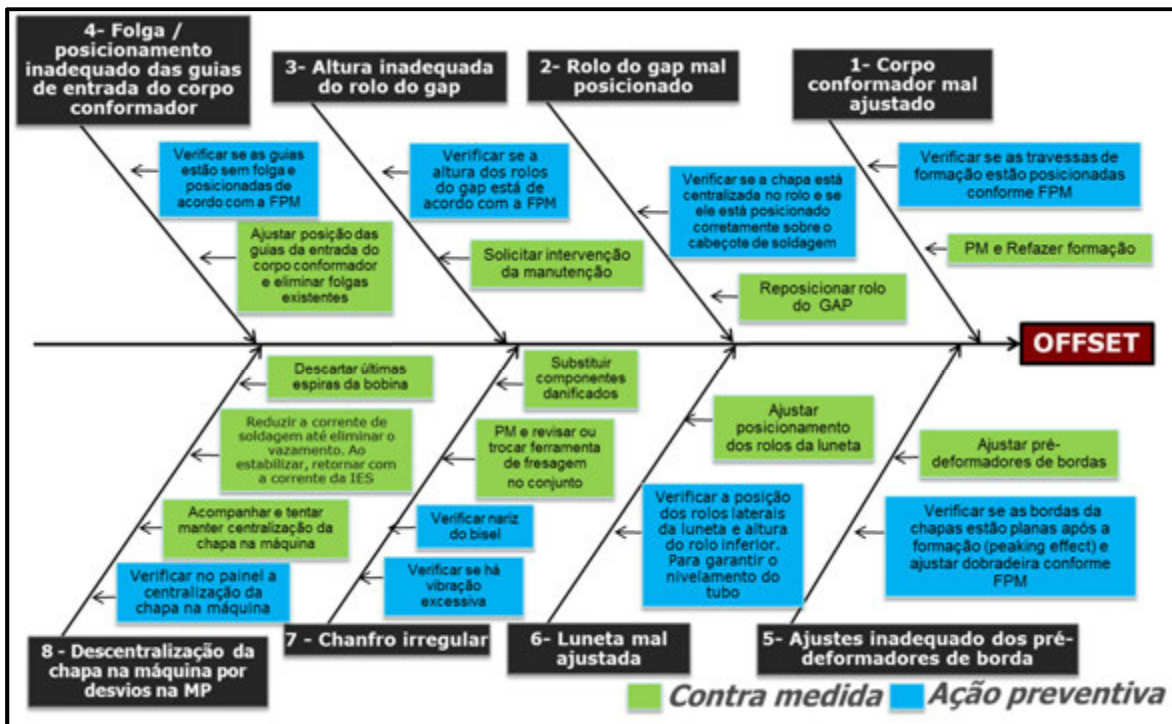
OS – Offset: esse defeito é um desalinhamento das bordas da chapa. No momento em que acontece a soldagem, uma chapa fica sobreposta na outra, ocasionando um desnível nas bordas, denominado Offset. Conforme observado na figura 25, esse defeito é identificado através da inspeção visual de solda.

Figura 25 - Exemplo de *OFFSET*



Fonte: Autoria própria

O GMC realizou o *brainstorming* e conforme citado no capítulo 2, item 2.7.2, foi elaborado um diagrama de Ishikawa para o defeito de *Offset*, conforme a figura 26.

Figura 26 - Ishikawa: *OFFSET*

Fonte: Autoria própria

Conforme apresentado no diagrama de Ishikawa da figura 26, mostra que para o defeito de Offset foram observadas 8 causas distintas que, de acordo com o GMC, necessitam de um conjunto de 9 ações preventivas e 11 contramedidas. Dentre estas, destacam-se as causas 1, 2, 4, 7 e 8, pois há necessidade de parar a máquina para realizar o ajuste e são os que podem influenciar para a ocorrência do defeito.

Após a identificação e análise das causas raízes dos defeitos listados, o GMC deu sequência para o próximo passo do ciclo PDCA, o plano de ação.

Passo 4: Plano de Ação

Com base nas análises das causas, o GMC identificou a necessidade de levantar as causas e os efeitos para mais alguns defeitos e assim padronizar e disponibilizar as informações geradas nos diagramas de Ishikawa para que todos os funcionários envolvidos tivessem acesso a essa informação.

Dessa forma, a proposta é criar um manual de defeitos com as mesmas características de um diagrama de causa e efeito e que poderá estabelecer um padrão para a sua análise, onde todos os colaboradores tenham acesso e consigam

agir de forma sistêmica na identificação e correção do problema e, consequentemente, evitar falhas futuras que possam ocorrer durante o processo de fabricação do tubo.

Durante as reuniões para elaboração do plano de ação, surgiu a ideia de criar e cadastrar no sistema da empresa um modelo genérico para construção do manual. Assim, caso venha ocorrer algum defeito inesperado que não esteja no manual de defeitos, os colaboradores poderão registrar a nova anomalia e posteriormente ser inserida no manual de defeitos.

Para tanto, ficou acertado com o departamento de produção os treinamentos e a implementação das melhorias realizadas pelo GMC.

Após serem tomadas as decisões, o GMC deu sequência no Ciclo PDCA, partindo para a etapa D.

4.1.2 Etapa D – Do

Na etapa D é aplicado o 5º passo do ciclo PDCA, que será apresentado a seguir:

Passo 5: Execução

Conforme o passo 4 do item 4.1.1, o GMC elaborou um modelo genérico de quadro parecido com o diagrama de Ishikawa. Nesse sentido, a ideia foi pontuar todas as situações possíveis que podem influenciar na ocorrência do defeito. Dessa forma o manual de defeitos será dividido em 5 colunas, sendo a primeira para o nome e a foto do defeito; a segunda para identificar os principais fatores de sua influência; a terceira com a ação preventiva; a quarta estabelecendo a decisão a ser tomada pelo funcionário, definida com base no *brainstorming* realizado; e por fim, a quinta coluna contemplando a contramedida após a intervenção, conforme demonstrado no quadro 2.

Quadro 2 - Modelo do Manual de Defeitos

MANUAL DE DEFEITOS					Cod. SAP: MOD-DPT 01.021 Revisão: 00
DEFEITO	FATORES DE INFLUÊNCIA	AÇÃO PREVENTIVA	SITUAÇÃO	CONTRA MEDIDA	
NOME DO DEFEITO	FOTO DO DEFEITO				

Fonte: Autoria própria

Com base nesse modelo do quadro 2, o GMC criou o manual de defeitos separando os defeitos de soldagem dos defeitos dimensionais, conforme anexo A e anexo B.

Com os itens do plano de ação executados, o GMC seguiu para a etapa C do Ciclo PDCA.

4.1.3 Etapa C – *Check*

Na etapa C é aplicado o 6º passo do ciclo PDCA, que será apresentado a seguir:

Passo 6: Verificação

Conforme mencionado no item 4.1.2, os manuais foram implementados e utilizados pelos colaboradores durante a produção de um determinado pedido, sendo satisfatória a identificação das causas para os defeitos que surgiram durante o processo de fabricação do tubo.

O GMC acompanhou a produção por um período e avaliou junto aos colaboradores a eficiência na utilização do manual, sendo de grande utilidade para a identificação dos fatores que influenciam para que os defeitos ocorram. Porém, não foi possível medir e comparar os índices de retrabalho devido à baixa carga de produção no período que foi proposta a melhoria através do manual de defeitos na empresa.

4.1.4 Etapa A – Act

Na etapa A, são aplicados os dois últimos passos do ciclo PDCA, que serão apresentados a seguir:

Passo 7: Padronização

Os colaboradores foram treinados quanto a utilização do manual de defeitos e os manuais foram implementados, impressos e fixados em um quadro, sendo disponibilizados próximo a área de fabricação do tubo, de forma que os colaboradores tenham fácil acesso e uma boa visualização, conforme a figura 27.

Figura 27 - Quadro do Manual de Defeitos



Fonte: Autoria própria

Com a consulta ao manual de defeitos os colaboradores utilizam os mesmos caminhos para a identificação e correção dos defeitos provenientes das falhas que ocorreram durante o processo de fabricação do tubo, uma vez que o defeito esteja descrito no manual. Assim os turnos de trabalho tomarão as mesmas decisões, sendo as ações padronizadas, conforme descrito no capítulo 2, item 2.2.2.

Passo 8: Conclusão

O Ciclo PDCA é bastante utilizado pelas empresas, tanto para manter, quanto para melhorar a qualidade em produtos ou em processos produtivos.

Através deste simples modelo de *Plan*, *Do*, *Check* e *Act*, criado por Walter Shewhart e melhorado e aplicado em processos pelo guru da qualidade Willian E. Deming. Segundo Aguiar (2010, p. 75), “[...] para aumentar o conhecimento do problema e, ao mesmo tempo, simplificar a sua solução, e observá-lo sob vários ângulos e, a seguir, desdobrá-lo de uma forma conveniente em problemas específicos prioritários [...]”.

Assim o GMC utilizou o PDCA em conjunto das ferramentas da qualidade e identificou algumas causas para os problemas mencionados no decorrer de cada uma de suas etapas, estabelecendo um modelo de controle e criando um manual de defeitos. Esse modelo foi cadastrado no sistema da empresa como um formulário e o manual de defeitos propriamente dito, foi cadastrado como uma instrução de trabalho, uma vez que ele servirá de guia para os colaboradores.

Para tanto é viável que a empresa continue buscando a qualidade em seu processo produtivo, pois conforme mencionado no capítulo 2, item 2.3, o custo do retrabalho não agrega valor ao produto e gera custos adicionais para a empresa. Como por exemplo, um determinado tubo que foi fabricado e liberado sem retrabalho tem um lucro de 100% e um tubo que foi fabricado com defeito e posteriormente retrabalhado gera um custo adicional de fabricação de 60%, ou seja, com retrabalho, a empresa tem um lucro de apenas 40% do valor vendido.

E todo este conhecimento gerado durante o processo de solução para o problema caracterizado, fica registrado e disponibilizado para a empresa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto neste trabalho, ficou evidente a importância de melhorar continuamente os processos e os produtos de uma organização, uma vez que o mercado está passando por diversas mudanças e oferecer um produto com alta qualidade pode garantir a sua competitividade e sobrevivência.

O conteúdo apresentado no capítulo 2 mostra a importância de um controle sistêmico da qualidade, o comprometimento de todos os envolvidos no processo, da busca pela melhoria contínua e o meio de adquirir o melhoramento constante desejado. Assim, o meio apresentado para atingir o melhoramento de forma satisfatória foi o uso de um método com o auxílio das ferramentas da qualidade.

O Ciclo PDCA foi o método apresentado e as ferramentas da qualidade (Fluxograma, Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Pareto, Gráfico de Controle, entre outras) foram utilizadas como apoio ao método PDCA. Este método aponta etapas a serem seguidas com o intuito de identificar os possíveis problemas, priorizá-los, levantar soluções e se satisfatório, padronizar os processos que foram melhorados. Assim, em cada etapa do Ciclo PDCA, alguns passos devem ser seguidos e as ferramentas da qualidade auxiliam nesta execução.

Desta forma, utilizando o método PDCA associado às ferramentas da qualidade foi possível alcançar todos os objetivos específicos apresentados no capítulo 1. O GMC – Grupo de Melhoria Contínua, avaliou as falhas no atual processo de fabricação de tubos soldados, identificou as causas raízes dos defeitos gerados e propôs melhorias através do uso da metodologia utilizada, mostrado no capítulo 4, item 4.1.1. Assim, com base nesses objetivos, nos procedimentos adotados e através dessas ações sistêmicas foi possível delimitar as diversas causas e efeitos das falhas que podem ocorrer durante o processo de fabricação de tubos e com isso criar o Manual de Defeitos. Através deste manual foi possível estabelecer um padrão de análise para a identificação das causas dos defeitos no processo de fabricação de tubos. O último objetivo específico de padronizar os procedimentos relacionado a melhoria foi alcançado com a implementação do Manual de Defeitos, uma vez que os colaboradores foram treinados quanto a sua utilização e assim padronizando as ações de identificação e correção das falhas que geram os defeitos entre os turnos de trabalho, citado no capítulo 4, item 4.1.3.

Pode se concluir que o processo de melhoria contínua é de suma importância para qualquer organização e requer empenho e comprometimento de todos. No entanto, é necessário um conhecimento técnico elevado dos processos e equipamentos para a utilização do método de análise de falhas PDCA em conjunto com ferramentas da qualidade. Assim, conclui-se que o uso de tais métodos e ferramentas é feito através de elementos simples e eficientes conforme apresentado neste trabalho.

Por fim, sugere-se que seja realizado uma continuação deste trabalho, no sentido de comparar os índices de qualidade após as melhorias implementadas pelo GMC e assim promover a melhoria contínua do processo de fabricação de tubos soldados.

REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, J. S. **Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho**: o caso de uma empresa de autopeças. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao pdca e ao programa seis sigma**. Nova Lima: INDG – Tecnologia e Serviços, 2012. 230 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO: **9001:2015**. Disponível em: <<http://abnt.org.br/paginampe/noticias/242-sistema-de-gest%C3%A3o-da-qualidade-e-ambiental-em-alta>> Acesso em: 21 nov. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO: **14001:2015**. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj7Ov24rDQAhWCK5AKHWa2A_kQFggiMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.abnt.org.br%2Fpublicacoes%2Fcategory%2F146-abnt-nbr-iso-14001%3Fdownload%3D389%3Aabnt-nbr-iso-14001-principais-beneficios&usg=AFQjCNHRg_enmWe-GysmgZS3dnN4VK7mwQ> Acesso em: 21 nov. 2016.

BARROS, A. J. S; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Pearson Education no Brasil, 2. ed. ampliada, 2000.

CAMPOS, V. F. **TQC**: controle da qualidade total (no estilo japonês). 8. ed. Nova Lima: Editora FALCONI, 2004. 256 p.

_____. **TQC**: gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, Rio de Janeiro: Bloch, 1994. 276 p.

_____. **Gerenciamento pelas diretrizes (hoshin kanri)**. 5. ed. Nova Lima: Editora Falconi, 2013. 270 p.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade**: conceitos e técnicas. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CARPINETTI, L. C. R; CAUCHICK MIGUEL, P. A; GEROLAMO, M. C. **Gestão Da Qualidade ISO 9001: 2008**: princípios e requisitos. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

CARVALHO, M. M; PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier: Abepro, 2012.

CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO. UFES: **Conceitos e dimensões da qualidade**. [20--]. Disponível em:
<http://www3.ceunes.ufes.br/downloads/2/thiagoxavier-1%20-%20Conceitos%20e%20Dimens%C3%B5es%20da%20Qualidade.pdf>> Acesso em: 21 nov. 2016.

CERQUEIRA NETO, E. P. **Gestão Da Qualidade**: princípios e métodos. São Paulo, Pioneira, 1991.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações**: manufatura e serviços uma abordagem estratégica. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CURY, A. **Organização e métodos**: uma visão holística. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CROSBY, P. B. **Qualidade sem lágrima**: a arte da gerência descomplicada, Rio de Janeiro: José Olympio, 1992.

CROSBY, P. **A gestão pela qualidade**. banas qualidade, v. 8, n. 70, p. 98. Março, 1998.

DEMING, W. E. **Dr. Deming**: o americano que ensinou a qualidade total aos japoneses. Rio de Janeiro: Record, 1993.

Disponível em: http://www.qualigest.com.br/api_spec_q1_9__edicao_21.html> Acesso em: 05 out. 2016.

Disponível em: < http://gestaoda-qualidade.blogspot.com.br/2010_08_01_archive.html> Acesso em: 21 nov. 2016.

Disponível em:
http://cursos.unisanta.br/civil/arquivos/Pesquisa_Cientifica_metodologias.pdf> Acesso em: 21 nov. 2016.

FLICK, U. **Introdução a metodologia de pesquisa**: um guia para iniciantes. Tradução: Magda Lopes. Revisão técnica: Dirceu da Silva. Porto Alegre: Penso, 2013.

GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade**: a visão estratégica e competitiva. Tradução de João Ferreira Bezerra de Souza. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

_____. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

_____. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. - São Paulo: Atlas, 2010.

_____. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2016.

GONSALVES, E. P. **Conversas sobre iniciação à pesquisa científica**. 5. ed. Campinas, São Paulo: Editora Alínea, 2011.

GOULART, L. E. T; BERNEGOZZI, R. P. **O uso das ferramentas da qualidade na melhoria de processos produtivos**. In: XVI INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATIONS MANAGEMENT, 2010. São Paulo, 2010. p. 1-13.

GRANDE, M. M. **RAD 1504 - Gestão da qualidade I: fundamentos de qualidade e de gestão da qualidade – conceitos e evolução**. [20--]. Disponível em: <https://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/392571/mod_resource/content/1/Qualidade_conceitos.pdf> Acesso em: 21 nov. 2016.

HOPPER, J. H. **Gestão da qualidade: a abordagem por processo na nova ISO 9001**. Disponível em: <http://www.qsp.org.br/abordagem_processo.shtml> Acesso em: 21 nov. 2016.

ISHIKAWA, K. **Controle da qualidade total: à maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

JURAN, J. M; GRYNA, F. M. **Controle Da Qualidade: conceitos, políticas e filosofia da qualidade**. São Paulo, Makron, McGraw, 1991.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. 5. ed. – reimpr. São Paulo: Atlas, 2010.

MAGALHÃES, J. M. **Aula 14: as 7 ferramentas da qualidade: qualidade e produtividade**. [20--]. Disponível em: <http://www.aprendersempre.org.br/arqs/9%20-%207_ferramentas_qualidade.pdf> Acesso em: 15 jun.2016.

MARSHALL JUNIOR, I. et al. **Gestão da qualidade**. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

_____. et al. **Gestão da qualidade**. Rio de Janeiro: FGV, 2010.

_____. et al. **Gestão da qualidade e processos**. Rio de Janeiro: FGV, 2012.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**. São Paulo: Hucitec, 1993.

MINAYO, M.C.S. et al. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. Rio de Janeiro: Vozes, 1994.

MOELLMANN, A. H. **Gestão da qualidade: gerenciamento por processos**. Curso de especialização em gestão da produção. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá. Departamento de Produção. 2010. 31 f. Disponível em: <<http://www.feg.unesp.br/dpd/cegp/2009/GQ/Gerenciamento%20por%20Processos.pdf>> Acesso em: 21 nov.2016.

MORESI, E. **Metodologia da Pesquisa**, 2003. 108f. Dissertação de Mestrado em Gestão do conhecimento e Tecnologia da informação – Universidade Católica de Brasília – UCV, Brasília – DF. 2003.

JACQUES NETO, M. V.; **Método para redução das perdas de produtividade através da análise dos defeitos durante o processo de montagem em uma empresa fabricante de máquinas têxteis**. 2004. 142 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em administração** / Maxwell Ferreira de Oliveira. – Catalão: UFG, 2011. p. 72.

OLIVEIRA, D. P. R **Administração de processos: conceitos, metodologia, práticas**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

PALADINI, E. P. **Gestão Estratégica Da Qualidade: princípios, métodos e processos**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

PAIM, R. et al. **Gestão De Processos: pensar, agir e aprender**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: Unicenp, 2007.

RODRIGUES, M. V. **Ações para a Qualidade**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2010.

SASHKIN, M; KISER, K.J. **Gestão da qualidade total na prática: o que é TQM, como usá-la e como sustentá-la a longo prazo**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

SILVA, E. L; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2005. 138 p.

SILVA, A. P. C. **O uso das ferramentas da qualidade como instrumento de excelência de uma organização**. 2012. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Pós-Graduação Lato Sensu – AVM Faculdade Integrada, Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2012.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. Tradução Maria Teresa de Oliveira. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TOLEDO, J. C. **Apostila: Conceitos sobre custos da qualidade**. GEPEQ - Grupo de estudos e pesquisa em qualidade. São Carlos, 2002. Disponível em: <<http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/CustosdaQualidadeApostila.pdf>> Acesso em: 07 out. 2016.

TRIVELLATO, A. A; **Aplicação das sete ferramentas básicas da qualidade no ciclo PDCA para melhoria contínua**: Estudo de caso numa empresa de autopeças. 2010. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de engenharia de produção – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

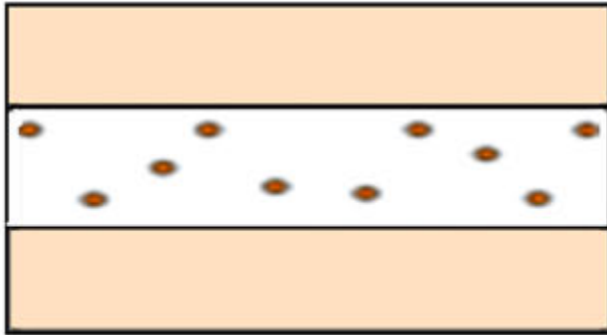
WENSING, D. A. **Redução de sucata e retrabalho em uma indústria metal mecânica**; 2010. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de engenharia de produção e sistemas - Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do estado de Santa Catarina, Santa Catarina, 2010.

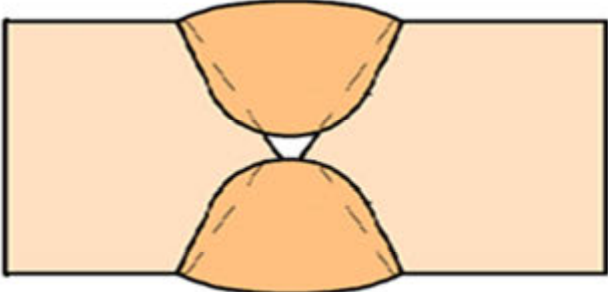
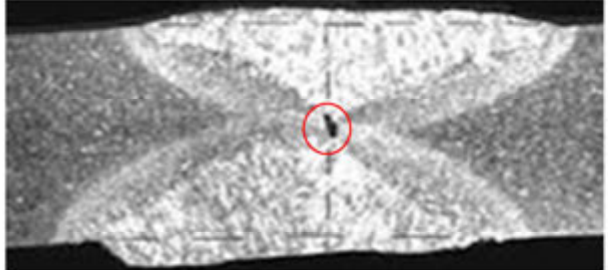
WERKEMA, M. C. C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**. Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995, p.128.

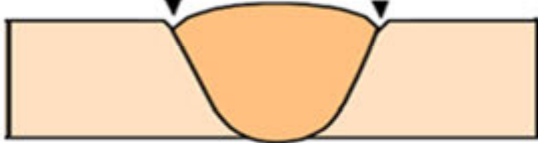
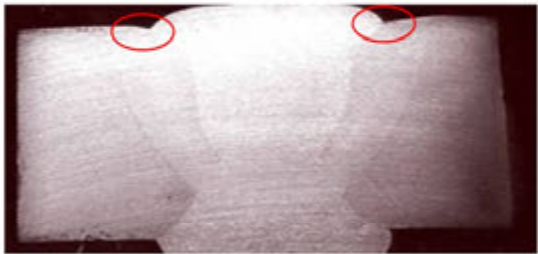
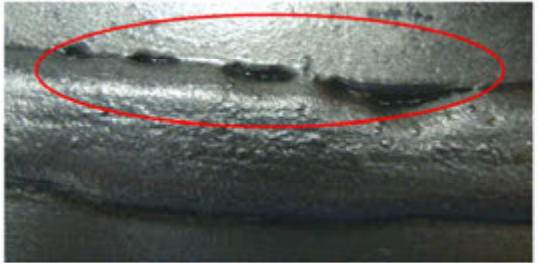
YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Trad. Daniel Grassi. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

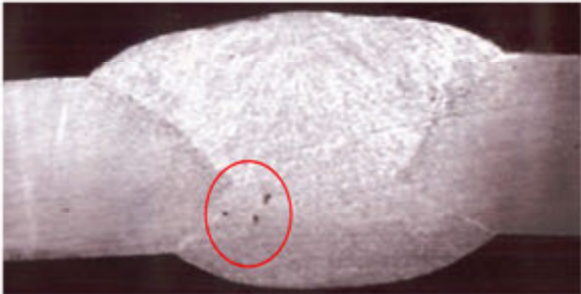
ANEXO A – Manual de defeitos de soldagem

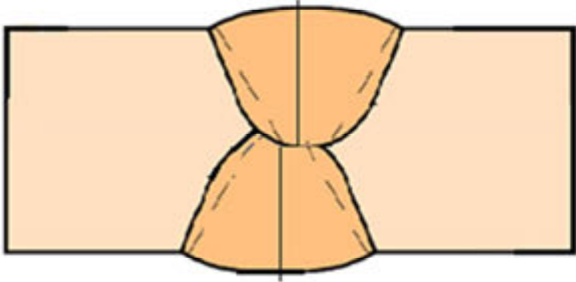
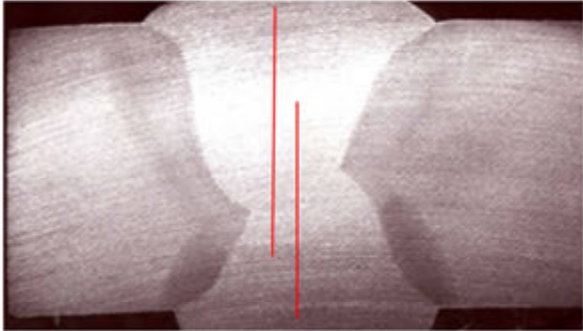
MANUAL DE DEFEITOS DE SOLDAGEM					Cod. SAP: ZFC-DPT 01.001 Revisão: 00
DEFEITO	FATORES DE INFLUÊNCIA	AÇÃO PREVENTIVA	SITUAÇÃO	CONTRA MEDIDA	
 	1 - Chanfro irregular;	Verificar se o nariz, bisel interno e bisel externo estão conforme especificado na IES; Verificar se há amassamento da chapa proveniente da abertura da bobina para entrada na MS2; Verificar se há amassamento da chapa proveniente do próprio processo de bobinamento após laminação; Verificar se há amassamento da chapa causado pelo rolo centralizador em caso de espessuras baixas; Verificar se há vibração excessiva nas fresadoras;	Parar máquina Parar máquina Parar máquina Parar máquina	Revisar ou trocar a ferramenta de fresagem; Diminuir folga da desempenadeira; Eliminar folga nos rolos guias verticais da fresa; Solicitar acompanhamento pela manutenção; Verificar se a bobina está sendo posicionada de forma centralizada no carro de bobinas para emenda; Acompanhar e tentar manter centralização da chapa na máquina; Reduzir a corrente de soldagem até eliminar o vazamento. Ao estabilizar, retornar com a corrente da IES; Manter o alinhamento do arame de soldagem no chanfro, considerando o deslocamento da chapa; Descartar últimas espiras da bobina;	
	2 - Descentralização da chapa na máquina por desvios na matéria-prima (camber / ondulação);	Verificar no painel a centralização da chapa na máquina;	Máquina em funcionamento		
	3 - Descentralização da chapa na máquina por falha no rolo copiador;	Verificar se o valor de centralização da chapa na máquina indicada no painel está correto, medindo-se a distância da borda da chapa à borda do mordente fixo e verificar a quantidade fresada em cada borda visualmente;	Parar máquina	Solicitar intervenção da manutenção;	
	4 - Falta de fluxo de soldagem;	Verificar se há indicação de falha no supervisor;	Parar máquina	Solicitar intervenção da manutenção;	
	5 - Agarramento / embolamento do arame de soldagem;	Verificar se as roldanas de tracionamento do arame estão gastas; Verificar se o conduíte de teflon está em boas condições de uso;	Parar máquina Parar máquina	Substituir roldanas de tracionamento do arame; Substituir conduítes de teflon;	
		Verificar se o conduíte de aço está muito tensionado;	Parar máquina	Reposicionar motor de alimentação de arames, eliminando o tensionamento do conduíte;	
		Verificar se o spider de arame está centralizado em seu suporte; Verificar se o tubo guia de arame do suporte até a máquina se encontra entupido com limas de cobre;	Parar máquina	Centralizar o spider de arame sobre o spider;	
	6 - Corrente de soldagem excessiva;	Verificar se a corrente de soldagem utilizada está conforme a pré-estabelecida IES;	Máquina em funcionamento	Efetuar limpeza do tubo guia de arame; Reduzir a corrente de soldagem;	
	7 - Diferença entre os valores dos parâmetros ajustados e os valores reais indicados no supervisor;	Verificar se há diferença entre valores ajustados e valores reais dos parâmetros;	Máquina em funcionamento	Solicitar intervenção da manutenção;	
	8 - Dificuldade de fechamento / abertura da mesa devido ajuste inadequado da luneta;	Verificar se a luneta está ajustada conforme FPM;	Máquina em funcionamento	Efetuar ajuste das lunetas;	
	9 - Peaking effect na borda da chapa.	Verificar se os rolos pré-deformadores de bordas estão ajustados conforme FPM;	Máquina em funcionamento	Efetuar ajuste dos rolos pré-deformadores de borda;	
	10 - Folga nas guias de entrada do corpo-conformador;	Verificar se há folga nas guias de entrada do corpo conformador;	Parar máquina	Apertar guias de entrada do corpo conformador;	
	11 - Posicionamento inadequado dos rolos do gap;	Verificar se os rolos do gap estão ajustados conforme FPM;	Parar máquina Máquina em funcionamento	Ajustar posicionamento horizontal da base dos rolos do gap; Ajustar altura do rolo do gap;	
	12 - Ajuste inadequado da travessa do macaco da MS2 / travessa de 6.5 da MS1;	Verificar se a travessa está posicionada conforme FPM.	Parar máquina	Ajustar travessa;	
	13 - Posicionamento inadequado do cabeçote de solda;	Verificar se o cabeçote de soldagem está posicionado conforme IES;	Parar máquina	Ajustar cabeçote de soldagem;	
	14 - Ângulo inadequado da máquina de solda	Verificar se o ângulo da máquina está conforme FPM;	Parar máquina	Ajustar o ângulo da máquina;	

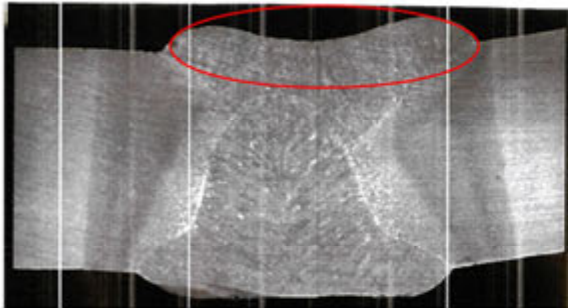
DEFEITO		FATORES DE INFLUÊNCIA	AÇÃO PREVENTIVA	SITUAÇÃO	CONTRA MEDIDA
POROSIDADE	 	1 - Fluxo contaminado;	Verificar se há excesso de graxa nos rolos da formação; Verificar se há umidade excessiva no ar comprimido da linha que abastece as máquinas; Verificar se o fluxo está contaminado por partículas metálicas; Verificar se a peneira do sistema de recirculação de fluxo está danificada; Verificar se o fluxo está muito fino;	Parar máquina Parar máquina Parar máquina Máquina em funcionamento Parar máquina	Efetuar limpeza e trocar todo o fluxo de soldagem; Solicitar atuação da manutenção nos compressores e trocar todo o fluxo do sistema de soldagem; Trocar todo o fluxo do sistema caso necessário; Solicitar intervenção da manutenção; Substituir todo o fluxo do sistema e checar demais bags de fluxo do mesmo lote;
		2 - Falta de fluxo de soldagem ou pouca cobertura do arco com fluxo;	Verificar se está ocorrendo falha durante a inversão dos tanques de fluxo; Verificar se a pressão dos acumuladores de fluxo está correta; Verificar condições / posicionamento das mangueiras de alimentação de fluxo; Verificar se há entupimentos na caixa de fluxo da solda interna / mangotes de alimentação; Verificar condições / posicionamento da caixa de contenção de fluxo da solda externa;	Máquina em funcionamento Máquina em funcionamento Máquina em funcionamento Parar máquina Parar máquina	Solicitar intervenção da manutenção; Solicitar intervenção da manutenção; Posicionar corretamente as mangueiras de alimentação de fluxo; Desmontar caixa de alimentação de fluxo da solda interna e efetuar limpeza; Ajustar caixa de fluxo da solda externa;
		3 - Borda da chapa contaminada;	Verificar se há contaminação da borda da chapa com óleo ou graxa;	Máquina em funcionamento	Limpar a borda da chapa e solicitar intervenção da manutenção para eliminar fonte de contaminação caso necessário;
		4 - Velocidade excessiva da máquina;	Verificar se a velocidade da máquina está conforme IES;	Máquina em funcionamento	Reduzir a velocidade da máquina;
		5 - Stick out (altura do arame) excessivo;	Verificar se altura dos arames de soldagem está conforme IES;	Parar máquina	Diminuir altura dos arames;
		6 - Baixa tensão de soldagem;	Verificar se a tensão de soldagem está conforme IES;	Máquina em funcionamento	Aumentar a tensão de soldagem;
		7 - Diferença entre os valores dos parâmetros ajustados e os valores reais indicados no supervisor;	Verificar se há diferença entre valores ajustados e valores reais dos parâmetros;	Máquina em funcionamento	Solicitar intervenção da manutenção;

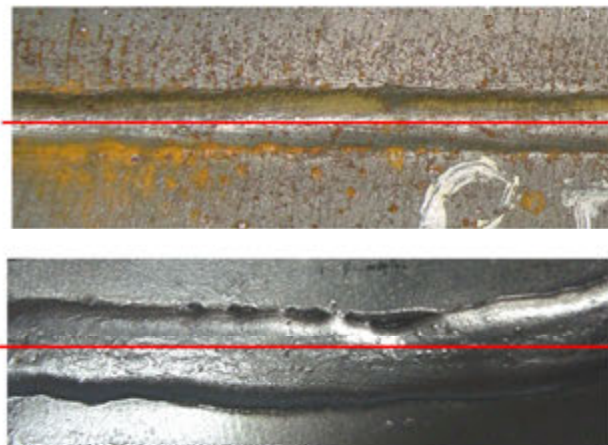
DEFEITO		FATORES DE INFLUÊNCIA	AÇÃO PREVENTIVA	SITUAÇÃO	CONTRA MEDIDA
FALTA DE PENETRAÇÃO	 	1 - Baixa corrente de soldagem;	Verificar se a corrente de soldagem está conforme IES;	Máquina em funcionamento	Aumentar a corrente de soldagem;
		2 - Velocidade excessiva da máquina;	Verificar se a velocidade de soldagem está conforme IES;	Máquina em funcionamento	Reduzir a velocidade da máquina;
		3 - Chanfro irregular;	Verificar se o nariz, bisel interno e bisel externo estão conforme especificado na IES;	Parar máquina	Revisar ou trocar a ferramenta de fresagem;
			Verificar se há amassamento da chapa proveniente da abertura da bobina para entrada na MS2;	Parar máquina	Diminuir folga da desempenadeira;
			Verificar se há amassamento da chapa proveniente do próprio processo de bobinamento após laminação;		
			Verificar se há amassamento da chapa pelo rolo centralizador em caso de espessuras baixas;		
		4 - Stick out (altura do arame) excessivo;	Verificar se há vibração excessiva nas fresadoras;	Parar máquina	Verificar se há folga nos rolos guias verticais da fresa da MS2;
				Parar máquina	Solicitar acompanhamento pela manutenção;
		5 - Distância excessiva entre arames de soldagem	Verificar se a altura dos arames de soldagem está conforme IES;	Parar máquina	Diminuir altura dos arames;
		6 - Ângulo dos arames excessivamente negativo;	Verificar se a distância entre arames de soldagem está conforme IES.	Parar máquina	Ajustar a distância entre arames;
		7 - Posicionamento do cabeçote de solda desalinhado em relação ao chanfro;	Verificar se o ângulo dos arames de soldagem está conforme IES;	Parar máquina	Ajustar ângulo dos arames de soldagem;
		8 - Tensão de soldagem excessiva;	Verificar se os arames de soldagem estão alinhados em relação ao chanfro;	Parar máquina	Alinhar arames de soldagem em relação ao chanfro;
		9 - Desgaste do bico de soldagem	Verificar se a tensão de soldagem está conforme IES;	Máquina em funcionamento	Reduzir a tensão de soldagem;
		9 - Agarramento / embolamento do arame de soldagem;	Verificar se os bicos de soldagem estão gastos;	Parar máquina	Trocar bico de soldagem;
			Verificar se as roldanas de tracionamento do arame estão gastas;	Parar máquina	Substituir roldanas de tracionamento dos arames;
			Verificar se o conduíte de teflon está em boas condições de uso;	Parar máquina	Substituir conduítes de teflon;
			Verificar se o conduíte de aço está muito tensionado;	Parar máquina	Reposicionar motor de alimentação de arames;
			Verificar centralização do spider de arame em seu suporte;	Parar máquina	Centralizar o spider de arame sobre o spider;
			Verificar se o tubo guia de arame do suporte até a máquina se encontra entupido com limalhas de cobre;	Parar máquina	Efetuar limpeza do tubo guia de arame;
		10 - Vibração excessiva do corpo conformador;	Verificar se há algum rolo da formação travado;	Parar máquina	Solicitar substituição dos rolos a manutenção;
		11 - Diferença entre os valores dos parâmetros ajustados e os valores reais indicados no supervisório;	Verificar se há diferença entre valores ajustados e valores reais dos parâmetros;	Máquina em funcionamento	Solicitar intervenção da manutenção;

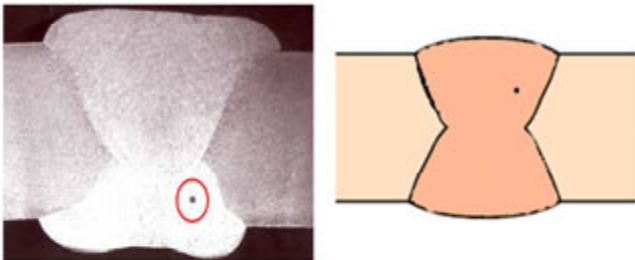
DEFEITO		FATORES DE INFLUÊNCIA	AÇÃO PREVENTIVA	SITUAÇÃO	CONTRA MEDIDA
MORDEDURA		1 - Velocidade excessiva da máquina;	Verificar se a velocidade de soldagem está conforme IES;	Máquina em funcionamento	Reduzir a velocidade da máquina;
		2 - Corrente de soldagem excessiva;	Verificar se a corrente de soldagem está conforme IES;	Máquina em funcionamento	Reduzir a corrente de soldagem;
		3 - Posicionamento incorreto do cabeçote de soldagem em relação ao chanfro;	Verificar se os arames de soldagem estão alinhados em relação ao chanfro;	Parar máquina	Alinhar arames de soldagem em relação ao chanfro;
		4 - Fluxo de soldagem muito fino;	Verificar se o fluxo está muito fino;	Parar máquina	Trocar todo o fluxo do sistema e checar demais bags do mesmo lote caso necessário;
		5 - Ângulo dos arames excessivamente negativo;	Verificar se o ângulo dos arames de soldagem estão conforme IES;	Parar máquina	Ajustar o ângulo dos arames;
		6 - Chanfro irregular;	Verificar se o nariz, bisel interno e bisel externo estão conforme especificado na IES;	Parar máquina	Revisar ou trocar a ferramenta de fresagem;
			Verificar se há amassamento da chapa proveniente da abertura da bobina para entrada na MS2;	Parar máquina	Diminuir folga da desempenadeira;
			Verificar se há amassamento da chapa proveniente do próprio processo de bobinamento após laminação;		
			Verificar se há amassamento da chapa pelo rolo centralizador em caso de espessuras baixas;	Parar máquina	Verificar se há folga nos rolos guias verticais da fresa da MS2;
			Verificar se há vibração excessiva nas fresadoras;	Parar máquina	Solicitar acompanhamento pela manutenção;
		7 - Vibração excessiva do corpo conformador;	Verificar se há vibração excessiva no conjunto;	Parar máquina	Substituir componentes danificados.
		8 - Stick out (altura do arame) excessivo;	Verificar se a altura dos arames de soldagem está conforme IES;	Parar máquina	Diminuir altura dos arames;
		9 - Distância incorreta entre arames de soldagem;	Verificar se a distância entre arames está conforme IES.	Parar máquina	Ajustar distância entre arames;
		10 - Desgastes dos bicos de soldagem;	Verificar condições dos bicos de soldagem;	Parar máquina	Trocar bicos se necessário;
		11 - Diferença entre os valores dos parâmetros ajustados e os valores reais indicados no supervisório;	Verificar se há diferença entre valores ajustados e valores reais dos parâmetros;	Máquina em funcionamento	Solicitar intervenção da manutenção;

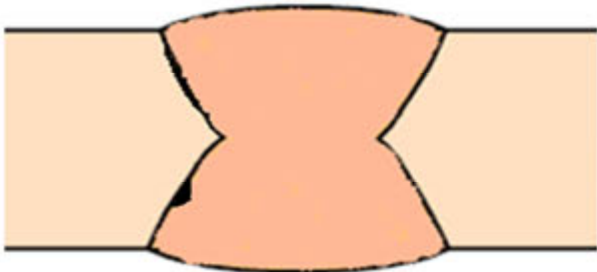
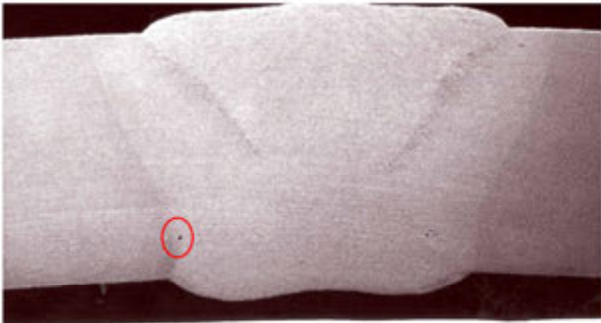
DEFEITO		FATORES DE INFLUÊNCIA	AÇÃO PREVENTIVA	SITUAÇÃO	CONTRA MEDIDA
TRINCA		1 - Cabeçote da solda interna posicionado após o centro do tubo;	Verificar se o posicionamento do cabeçote de soldagem está conforme IES;	Parar máquina	Ajustar posicionamento do cabeçote de soldagem;
		2 - Posicionamento incorreto do rolo do gap em relação ao cabeçote de soldagem;	Verificar se o posicionamento do rolo do gap está conforme IES;	Parar máquina	Ajustar posicionamento do rolo do gap;
		3 - Ajuste inadequado da travessa do macaco;	Verificar se a travessa do macaco está posicionada conforme FPM.	Máquina em funcionamento	Ajustar a travessa do macaco;
		4 - Más condições do rolo do gap;	Verificar folga, desgaste e travamento da bucha do rolo do gap;	Parar máquina	Solicitar a troca do rolo do gap à manutenção;
		5 - Velocidade excessiva da máquina;	Verificar se a velocidade de soldagem está conforme IES;	Máquina em funcionamento	Reduzir a velocidade da máquina;
		6 - Tensão de soldagem excessiva;	Verificar se a tensão de soldagem está conforme IES;	Máquina em funcionamento	Reduzir a tensão de soldagem.
		7 - Fluxo úmido;	Verificar se há umidade excessiva no ar comprimido da linha que abastece as máquinas;	Parar máquina	Solicitar atuação da manutenção nos compressores e trocar todo o fluxo do sistema de soldagem;
		8 - Altura incorreta do rolo do gap;	Verificar se a altura do rolo do gap está conforme FPM;	Máquina em funcionamento	Ajusta altura do rolo do gap;
		9 - Vibração excessiva do corpo conformador;	Verificar se há algum rolo da formação travado;	Parar máquina	Solicitar substituição dos rolos a manutenção;
		10 - Pré-deformação da borda inadequada;	Verificar se há embicamento nas bordas da solda;	Máquina em funcionamento	Ajustar pré-deformador de bordas;
		11 - Diferença entre os valores dos parâmetros ajustados e os valores reais indicados no supervisório;	Verificar se há diferença entre valores ajustados e valores reais dos parâmetros;	Máquina em funcionamento	Solicitar intervenção da manutenção;
					

DEFEITO		FATORES DE INFLUÊNCIA	AÇÃO PREVENTIVA	SITUAÇÃO	CONTRA MEDIDA
DESALINHAMENTO DE SOLDA		1 - Falha no sistema de verificação de alinhamento a laser;	Verificar se há folga no sistema de fixação do conjunto;	Parar máquina	Reapertar parafusos de fixação do conjunto e reajustar o laser;
		2 - Arame de soldagem desalinhado em relação ao chanfro;	Verificar condições das lentes;	Parar máquina	Trocar lentes do laser;
			Verificar desgastes nos bicos de soldagem;	Parar máquina	Trocar bicos de solda se necessário;
			Verificar se os parafusos de fixação dos cabeçotes estão bem apertados;	Parar máquina	Reapertar parafusos de fixação do conjunto e reposicionar cabeçote conforme IES;
		3 - Chanfro irregular;	Verificar se o nariz, bisel interno e bisel externo estão conforme especificado na IES;	Parar máquina	Revisar ou trocar a ferramenta de fresagem;
			Verificar se há amassamento da chapa proveniente da abertura da bobina para entrada na MS2;	Parar máquina	Diminuir folga da desempenadeira;
			Verificar se há amassamento da chapa proveniente do próprio processo de bobinamento após laminação;		
			Verificar se há amassamento da chapa pelo rolo centralizador em caso de espessuras baixas;		
			Verificar se há vibração excessiva nas fresadoras;	Parar máquina	Verificar se há folga nos rolos guias verticais da fresa da MS2;
		4 - Agarramento / embolamento do arame de soldagem;	Verificar se as roldanas de tracionamento do arame estão gastas;	Parar máquina	Solicitar acompanhamento pela manutenção;
			Verificar se o conduíte de teflon está em boas condições de uso;	Parar máquina	Substituir roldanas de tracionamento dos arames;
			Verificar se o conduíte de aço está muito tensionado;	Parar máquina	Substituir conduítes de teflon;
			Verificar centralização do spider de arame em seu suporte;	Parar máquina	Reposicionar motor de alimentação de arames;
			Verificar se o tubo guia de arame do suporte até a máquina se encontra entupido com limalhas de cobre;	Parar máquina	Centralizar o spider de arame sobre o spider;
		5 - Pré-deformação da borda inadequada;	Verificar se há embicamento nas bordas da solda;	Máquina em funcionamento	Efetuar limpeza do tubo guia de arame;
	6 - Descentralização da chapa na máquina por desvios na matéria-prima ;		Verificar no painel a centralização da chapa na máquina;	Máquina em funcionamento	Ajustar pré-deformador de bordas;
					Acompanhar e tentar manter centralização da chapa na máquina;
	7 - Vibração excessiva do corpo conformador;				Reduzir a corrente de soldagem até eliminar o vazamento. Ao estabilizar, retornar com a corrente da IES;
			Verificar se há algum rolo da formação travado;	Parar máquina	Descartar últimas espiras da bobina;
					Solicitar a troca dos rolos à manutenção caso necessário;

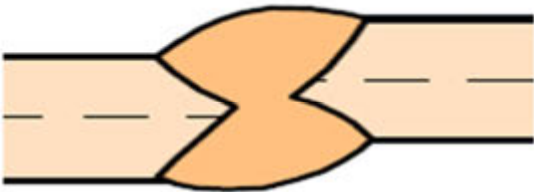
DEFEITO		FATORES DE INFLUÊNCIA	AÇÃO PREVENTIVA	SITUAÇÃO	CONTRA MEDIDA
DEPOSIÇÃO INSUFICIENTE/ RECHUPE		1 - Posicionamento inadequado do cabeçote de soldagem;	Verificar se o posicionamento dos cabeçotes está conforme IES;	Parar máquina	Ajustar o posicionamento do cabeçote de soldagem;
		2 - Baixa corrente de soldagem;	Verificar se a corrente de soldagem está conforme IES;	Máquina em funcionamento	Aumentar corrente de soldagem;
		3 - Tensão de soldagem excessiva;	Verificar se a tensão de soldagem está conforme IES;	Máquina em funcionamento	Reduzir a tensão de soldagem.
		4 - Velocidade excessiva da máquina;	Verificar se a velocidade de soldagem está conforme IES;	Máquina em funcionamento	Reduzir a velocidade da máquina;
		5 - Baixo stick out (altura do arame);	Verificar se a altura dos arames de soldagem estão conforme a IES;	Parar máquina	Ajustar altura dos arames conforme IES;
		6 - Distância incorreta entre arames de soldagem;	Verificar se a distância entre arames está conforme IES.	Parar máquina	Ajustar distância entre arames;
		7 - Ângulo de soldagem excessivamente positivo;	Verificar se o ângulo dos arames de soldagem está conforme IES;	Parar máquina	Ajustar ângulo dos arames de soldagem conforme IES;
		8 - Chanfro irregular;	Verificar se o nariz, bisel interno e bisel externo estão conforme especificado na IES;	Parar máquina	Revisar ou trocar a ferramenta de fresagem;
			Verificar se há amassamento da chapa proveniente da abertura da bobina para entrada na MS2;	Parar máquina	Diminuir folga da desempenadeira;
			Verificar se há amassamento da chapa proveniente do próprio processo de bobinamento após laminação;		
			Verificar se há amassamento da chapa pelo rolo centralizador em caso de espessuras baixas;	Parar máquina	Verificar se há folga nos rolos guias verticais da fresa da MS2;
		9 - Diferença entre os valores dos parâmetros ajustados e os valores reais indicados no supervisor;	Verificar se há vibração excessiva nas fresadoras;	Parar máquina	Solicitar acompanhamento pela manutenção;
			Verificar se há diferença entre valores ajustados e valores reais dos parâmetros;	Máquina em funcionamento	Solicitar intervenção da manutenção;

DEFEITO		FATORES DE INFLUÊNCIA	AÇÃO PREVENTIVA	SITUAÇÃO	CONTRA MEDIDA
OSCILAÇÃO DO CORDÃO DE SOLDA - PERFIL IRREGULAR		1 - Stick out (altura do arame) excessivo;	Verificar se a altura dos arames de soldagem estão conforme a IES;	Parar máquina	Ajustar altura dos arames conforme IES;
		2 - Distância excessiva entre arames;	Verificar se a distância entre arames de soldagem está conforme IES.	Parar máquina	Ajustar distância entre arames.
		3 - Falta de fluxo de soldagem ou pouca cobertura do arco com fluxo;	Verificar condições / posicionamento das mangueiras de alimentação de fluxo;	Parar máquina	Posicionar corretamente as mangueiras de alimentação de fluxo;
			Verificar condições / posicionamento da caixa de contenção de fluxo da solda externa;		Ajustar caixa de contenção de fluxo da solda externa;
		4 - Agarramento / embolamento do arame de soldagem;	Verificar se as roldanas de tracionamento do arame estão gastas;	Parar máquina	Substituir roldanas de tracionamento dos arames;
			Verificar se o conduíte de teflon está em boas condições de uso;	Parar máquina	Substituir conduítes de teflon;
			Verificar se o conduíte de aço está muito tensionado;	Parar máquina	Reposicionar motor de alimentação de arames;
			Verificar centralização do spider de arame em seu suporte;	Parar máquina	Centralizar o spider de arame sobre o spider;
5 - Desgastes dos bicos de soldagem;	Verificar condições dos bicos de soldagem;	Parar máquina	Efetuar limpeza do tubo guia de arame;		
6 - Fluxo de soldagem muito grosso;	Verificar se o fluxo está muito grosso;	Parar máquina	Trocar bicos se necessário;		
7 - Diferença entre os valores dos parâmetros ajustados e os valores reais indicados no supervisório;	Verificar se o tubo guia de arame do suporte até a máquina se encontra entupido com limalhas de cobre;	Parar máquina	Trocar todo o fluxo do sistema caso necessário e checar demais bags do mesmo lote;		
8 - Seleção incorreta do trafo de soldagem para o segundo arame;	Verificar se há diferença entre valores ajustados e valores reais dos parâmetros;	Máquina em funcionamento	Solicitar intervenção da manutenção;		
	Verificar se o trafo de soldagem do segundo arame está conforme IES;	Parar máquina	Solicitar à manutenção elétrica que faça a inversão;		

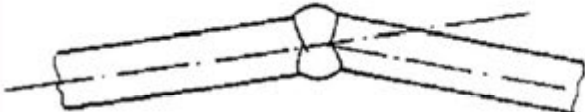
DEFEITO		FATORES DE INFLUÊNCIA		AÇÃO PREVENTIVA	SITUAÇÃO	CONTRA MEDIDA
INCLUSÃO		1 - Contaminação do fluxo por escória de solda;	Verificar se a peneira do sistema de recirculação de fluxo não está danificada	Parar máquina	Trocar todo o fluxo de soldagem e solicitar à manutenção que troque a peneira caso necessário;	
		2 - Inclusão no metal de base;	Retirar macrografias da solda e verificar se há inclusões no metal de base;	Parar máquina	Aumentar a quantidade fresada em cada borda;	
		3 - Fluxo contaminado;	Verificar se há excesso de graxa nos rolos da formação;	Parar máquina	Efetuar limpeza e trocar todo o fluxo de soldagem	
			Verificar se há umidade excessiva no ar comprimido da linha que abastece as máquinas;		Solicitar atuação da manutenção nos compressores e trocar todo o fluxo do sistema de soldagem	
			Verificar se o fluxo está contaminado por partículas metálicas;		Trocar todo o fluxo do sistema caso necessário e checar demais bags do mesmo lote;	
4 - Borda da chapa contaminada;	Verificar se o fluxo não está muito fino;	Máquina em funcionamento	Verificar falhas elétricas e/ou mecânicas no sistema de fluxo;			
5 - Arame de solda oxidado;	Verificar se há contaminação da borda da chapa com óleo ou graxa;	Parar máquina	Limpar a borda da chapa e solicitar intervenção da manutenção para eliminar fonte de contaminação caso necessário;			
		Verificar se arame de soldagem apresenta oxidação;	Substituir o arame de soldagem;			

DEFEITO		FATORES DE INFLUÊNCIA	AÇÃO PREVENTIVA	SITUAÇÃO	CONTRA MEDIDA
FALTA DE FUSÃO		1 - Baixa corrente de soldagem;	Verificar se a corrente de soldagem está conforme IES;	Máquina em funcionamento	Aumentar a corrente de soldagem;
		2 - Velocidade de Soldagem excessiva;	Verificar se a velocidade de soldagem está conforme IES;	Máquina em funcionamento	Reduzir a velocidade de soldagem;
		3 - Baixa tensão de soldagem;	Verificar se a tensão de soldagem está conforme IES;	Parar máquina	Parar a máquina e revisar ou trocar a ferramenta de fresagem.
		4 - Arame de soldagem desalinhado em relação ao chanfro;	Verificar desgastes nos bicos de soldagem; Verificar se os parafusos de fixação dos cabeçotes estão bem apertados;	Parar máquina Parar máquina	Trocar bicos de solda se necessário; Reapertar parafusos de fixação do conjunto e reposicionar cabeçote conforme IES;
		5 - Chanfro irregular;	Verificar se o nariz, bisel interno e bisel externo estão conforme especificado na IES; Verificar se há amassamento da chapa proveniente da abertura da bobina para entrada na MS2; Verificar se há amassamento da chapa proveniente do próprio processo de bobinamento após laminação; Verificar se há amassamento da chapa pelo rolo centralizador em caso de espessuras baixas;	Parar máquina Parar máquina	Revisar ou trocar a ferramenta de fresagem; Diminuir folga da desempenadeira;
		6 - Vibração excessiva do corpo conformador;	Verificar se há algum rolo da formação travado;	Parar máquina	Verificar se há folga nos rolos guias verticais da fresa da MS2; Solicitar acompanhamento pela manutenção;
		7 - Borda da chapa contaminada;	Verificar se a borda da chapa está úmida.	Parar máquina	Solicitar substituição dos rolos a manutenção;
		8 - Stick out (altura do arame) excessivo;	Verificar se a altura dos arames está conforme IES;	Máquina em funcionamento	Efetuar secagem da borda e eliminar fonte de umidade;
		6 - Distância incorreta entre arames de soldagem;	Verificar se a distância entre arames está conforme IES.	Parar máquina	Ajustar altura dos arames de soldagem;
		5 - Pré-deformação da borda inadequada;	Verificar se há embicamento nas bordas da solda;	Parar máquina	Ajustar distância entre arames;
		4 - Agarramento / embolamento do arame de soldagem;	Verificar se as roldanas de tracionamento do arame estão gastas; Verificar se o conduíte de teflon está em boas condições de uso; Verificar se o conduíte de aço está muito tensionado;	Máquina em funcionamento Parar máquina Parar máquina	Ajustar pré-deformador de bordas; Substituir roldanas de tracionamento dos arames; Substituir conduítes de teflon;
			Verificar centralização do spider de arame em seu suporte;	Parar máquina	Reposicionar motor de alimentação de arames;
			Verificar se o tubo guia de arame do suporte até a máquina se encontra entupido com limalhas de cobre;	Parar máquina	Centralizar o spider de arame sobre o spider;
		5 - Desgastes dos bicos de soldagem;	Verificar condições dos bicos de soldagem;	Parar máquina	Efetuar limpeza do tubo guia de arame;
				Parar máquina	Trocar bicos se necessário;

ANEXO B – Manual de defeitos dimensionais em tubos

MANUAL DE DEFEITOS DIMENSIONAIS					Cod. SAP: ZPIC-DPT 01.001 Revisão: 00
DEFEITO	FATORES DE INFLUÊNCIA	AÇÃO PREVENTIVA	SITUAÇÃO	CONTRA MEDIDA	
 	1- Corpo conformador mal ajustado	Verificar se as travessas de formação estão posicionadas conforme FPM	Parar máquina	Refazer formação	
	2- Rolo do gap mal posicionado	Verificar se a chapa está centralizada no rolo e se ele está posicionado corretamente sobre o cabeçote de soldagem	Parar máquina	Reposicionar rolo do gap	
	3- Altura inadequada do rolo do gap	Verificar se a altura dos rolos do gap está de acordo com a FPM	Máquina em funcionamento	Ajustar altura do rolo do gap	
	4- Folga / posicionamento inadequado das guias de entrada do corpo conformador	Verificar se as guias estão sem folga e posicionadas de acordo com a FPM.	Parar máquina	Ajustar posição das guias da entrada do corpo conformador e eliminar folgas existentes	
	5- Ajustes inadequados dos pré-deformadores de borda	Verificar se as bordas das chapas estão planas após a formação (peaking effect) e ajustar dobradeira conforme FPM	Máquina em funcionamento	Ajustar pré-deformadores de bordas;	
	6- Luneta mal ajustada	Verificar posicionamento dos rolos laterais da luneta e altura do rolo inferior, garantindo nivelamento do tubo.	Máquina em funcionamento	Ajustar posicionamento dos rolos da luneta;	
	7 - Chanfro irregular;	Verificar se o nariz, bisel interno e bisel externo estão conforme especificado na IES;	Parar máquina	Revisar ou trocar a ferramenta de fresagem;	
		Verificar se há amassamento da chapa proveniente da abertura da bobina para entrada na MS2;	Parar máquina	Diminuir folga da desempenadeira;	
		Verificar se há amassamento da chapa proveniente do próprio processo de bobinamento após laminação;			
		Verificar se há amassamento da chapa pelo rolo centralizador em caso de espessuras baixas;	Parar máquina	Verificar se há folga nos rolos guias verticais da fresa da MS2;	
	8 - Descentralização da chapa na máquina por desvios na matéria-prima (passagem de emenda na formação);	Verificar no painel a centralização da chapa na máquina;	Parar máquina	Solicitar acompanhamento pela manutenção;	
			Máquina em funcionamento	Acompanhar e tentar manter centralização da chapa na máquina;	
	9 - Ajuste inadequado das mesas de saída da máquina	Verificar se as mesas de saída da máquina estão ajustadas conforme FPM;	Máquina em funcionamento	Reduzir a corrente de soldagem até eliminar o vazamento. Ao estabilizar, retornar com a corrente da IES;	
	10 - Ajuste inadequado do rolo guia entre luneta e plasma	Verificar se o rolo guia entre luneta e plasma está ajustado conforme FPM;	Máquina em funcionamento	Descartar últimas espiras da bobina;	
	11 - Ângulo inadequado dos rolos da formação/ luneta/ mesa de saída	Verificar se o ângulo dos rolos da formação, da luneta e das mesas de saída está conforme FPM;	Parar máquina	Ajustar as mesas de saída da máquina;	
			Parar máquina	Ajustar o rolo guia;	
			Parar máquina	Ajustar o ângulo dos rolos;	

DEFEITO		FATORES DE INFLUÊNCIA	AÇÃO PREVENTIVA	SITUAÇÃO	CONTRA MEDIDA
VARIACÃO DO DIÂMETRO		1- Corpo conformador mal ajustado	. Verificar se as travessas de formação estão posicionadas conforme FPM	Parar máquina	Refazer formação
		2- Rolo do gap mal posicionado	. Verificar se a chapa está centralizada no rolo e se ele está posicionado corretamente sobre o cabeçote de soldagem	Parar máquina	Reposicionar rolo do gap
		3- Altura inadequada do rolo do gap	. Verificar se a altura dos rolos do gap está de acordo com a FPM	Máquina em funcionamento	Ajustar altura do rolo do gap
		4- Folga / posicionamento inadequado das guias de entrada do corpo conformador	. Verificar se as guias estão sem folga e posicionadas de acordo com a FPM.	Parar máquina	Ajustar posição das guias da entrada do corpo conformador e eliminar folgas existentes
		5- Ajustes inadequado dos pré-deformadores de borda	. Verificar se as bordas das chapas estão planas após a formação (peaking effect) e ajustar dobradeira conforme FPM	Máquina em funcionamento	Ajustar pré-deformadores de bordas;
		6- Luneta mal ajustada	. Verificar posicionamento dos rolos laterais da luneta e altura do rolo inferior, garantindo nivelamento do tubo.	Máquina em funcionamento	Ajustar posicionamento dos rolos da luneta;
		7 - Chanfro irregular;	Verificar se o nariz, bisel interno e bisel externo estão conforme especificado na IES;	Parar máquina	Revisar ou trocar a ferramenta de fresagem;
			Verificar se há amassamento da chapa proveniente da abertura da bobina para entrada na MS2;	Parar máquina	Diminuir folga da desempenadeira;
			Verificar se há amassamento da chapa proveniente do próprio processo de bobinamento após laminação;		
			Verificar se há amassamento da chapa pelo rolo centralizador em caso de espessuras baixas;		
			Verificar se há vibração excessiva nas fresadoras;	Parar máquina	Verificar se há folga nos rolos guias verticais da fresa da MS2;
		8 - Descentralização da chapa na máquina por desvios na matéria-prima (passagem de emenda na formação);	Verificar no painel a centralização da chapa na máquina;	Parar máquina	Solicitar acompanhamento pela manutenção;
				Máquina em funcionamento	Acompanhar e tentar manter centralização da chapa na máquina; Reduzir a corrente de soldagem até eliminar o vazamento. Ao estabilizar, retornar com a corrente da IES; Descartar últimas espiras da bobina;

DEFEITO		FATORES DE INFLUÊNCIA	AÇÃO PREVENTIVA	SITUAÇÃO	CONTRA MEDIDA
PEAKING EFFECT		1 - Ajustes inadequado dos pré-deformadores de borda	Verificar se os rolos pré-deformadores de bordas estão ajustados conforme FPM	Máquina em funcionamento	Ajustar pré-deformadores de bordas;
		2 - Desnívelamento dos rolos da travessa de formação	Verificar se há rolos desnivelados nas travessas de formação	Parar máquina	Ajustar nivelamento dos rolos
		3 - Ajustes inadequado dos rolos do gap	Verificar se o rolo do gap está posicionado sob o cabeçote de soldagem	Parar máquina	Ajustar posicionamento do rolo do gap
			Verificar se altura dos rolos do gap está ajustada conforme FPM	Máquina em funcionamento	Ajustar altura do rolo do gap

DEFEITO		FATORES DE INFLUÊNCIA	AÇÃO PREVENTIVA	SITUAÇÃO	CONTRA MEDIDA
IMPERFEIÇÕES NA CHAPA		1 - Matéria-prima (laminiação)	Certificar que as imperfeições são provenientes do processo de laminação do Fornecedor	Máquina em funcionamento	Informar ao supervisor imediato
		2 - Marcação dos rolos de formação/ rolo do gap/ rolo da luneta/rolos guias da máquina	Verificar se há algum rolo da formação travado;	Parar máquina	Solicitar substituição dos rolos a manutenção;
		3 - Ranhuras e amassamento no desbobinamento	Verificar o fechamento da desbobinadeira	Máquina em funcionamento	Aliviar o fechamento da desbobinadeira na mesa de controle
		4 - Marcação de cavacos	Verificar a posição correta das proteções	Máquina em funcionamento	Posicionar corretamente a proteção
			Verificar a posição e condição de uso das borrachas de vedação entre a borda da chapa e o funil de saída;	Parar máquina	Trocar as borrachas e ajustar posicionamento
			Verificar se a pressão do ar comprimido está de acordo com o check-list	Máquina em funcionamento	Ajustar pressão correta e seu direcionamento
			Verificar se há cavacos fixado no rolo tracionador	Máquina em funcionamento	Eliminar com disco Flap cavacos fixados no rolo tracionador
		5 - Desgaste dos polietilenos das guias de entrada do corpo conformador	Verificar se há desgaste nas guias de polietileno e se há algum parafuso quebrado	Parar máquina	Substituir guias ou parafusos danificados
		6 - Chapa encostando no mordente movel ou fixo	Verificar se os mordentes estão totalmente abertos ou, no caso da MS2, se o suporte de bobinas está muito próximo dos mordentes.	Máquina em funcionamento	Abrir os mordentes ou afastar o suporte de bobinas
		7 - Mola do sistema de amortecimento dos rolos da luneta danificada	Verificar se o sistema de amortecimento da luneta está funcionando normalmente	Parar máquina	Solicitar intervenção da manutenção para substituição das molas