



**Ricardo Tibola**

**Proposta de Melhorias dos Procedimentos dos Processos  
de Soldagem de uma Empresa de Médio Porte**

**Horizontina  
2013**

**Ricardo Tibola**

**Proposta de Melhorias dos Procedimentos dos Processos  
de Soldagem de uma Empresa de Médio Porte**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a efetivação da matrícula para cursar o componente curricular “Trabalho Final de Curso” do Curso de Engenharia de Produção da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Vilmar Bueno Silva, Mestre

**Horizontina**

**2013**

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:**

**“Proposta de Melhorias dos Procedimentos dos Processos de Soldagem de  
uma Empresa de Médio Porte”**

**Elaborada por:**

**Ricardo Tibola**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia de Produção

**Aprovado em: 03/12/2013  
Pela Comissão Examinadora**

---

**Mestre. Vilmar Bueno Silva  
Presidente da Comissão Examinadora  
Orientador**

---

**Doutor. Ademar Michels  
FAHOR – Faculdade Horizontina**

---

**Especialista. Valmir Vilson Beck  
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Horizontina  
2013**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a toda a minha família e amigos, que me apoiaram ao longo desta jornada.

## **AGRADECIMENTO.**

Aos meus pais, Gentil e Nair e meu irmão, pelo exemplo de vida, pelo incentivo e motivação demonstrados em todos os momentos, sempre sonhando com esta conquista.

Aos professores que me ajudaram no decorrer da graduação, em especial ao professor Vilmar Bueno Silva pelas orientações, dedicação e pelo apoio prestado durante a elaboração do trabalho.

Aos colegas de graduação, pela convivência, amizades realizadas e pelas experiências trocadas no decorrer do curso.

A todos que colaboraram diretamente ou indiretamente com a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

*“Tudo o que um sonho precisa para ser realizado é alguém que acredite que ele possa ser realizado.”*

*Roberto Shinyashiki*

## RESUMO

O elevado grau de competitividade existente no ramo metalúrgico exige que as empresas ofereçam cada vez mais produtos de qualidade e com preço competitivo, desta forma as melhorias visando a diminuição das perdas dos processos pode contribuir para que as organizações possam manter-se ativas neste mercado. O presente trabalho apresenta conceitos de vários autores que auxiliam na compreensão e na percepção da importância da aplicação de uma instrução de trabalho em um processo produtivo, capaz de auxiliar o operador na realização das atividades de forma eficiente. Com base nestes dados, tem-se como objetivo principal deste estudo desenvolver e implantar melhorias dos procedimentos dos processos de soldagem em uma empresa de médio porte localizada no noroeste do estado do Rio Grande do Sul, de modo a garantir a qualidade do processo. Bem como, identificar na revisão de literatura os elementos necessários relacionados aos processos produtivos e dos procedimentos dos processos de solda; identificar os conjuntos soldados com maior índice de não conformidade e dependência dos soldadores; desenvolvimento e criação dos elementos de melhoria; desenvolver e criar procedimento para implantação do procedimento dos processos de solda; treinamento e qualificação das pessoas envolvidas; verificação e atualização dos roteiros dos processos de solda e aplicação do modelo proposto. Tendo identificado que o maior índice de não conformidades está diretamente associada com a mão de obra, desenvolveu-se um modelo de instrução de trabalho, bem detalhada, que visa orientar e facilitar o trabalho do soldador, diminuindo assim não conformidades que possam ser causadas por sua falta de conhecimento ou informação. A aplicação deste modelo foi avaliada e os resultados preliminares encontrados foram muito significativos, comprovando a eficiência deste documento junto ao processo de soldagem, onde identificou-se uma melhora nos índices das não conformidades, sendo todos os objetivos do presente estudo alcançados com êxito.

**Palavras-chaves:** Não conformidade da solda. Instrução de solda. Melhoria de procedimentos.

## ABSTRACT

The high degree of competitiveness in the metal industry requires companies increasingly offer quality products and competitive price , thus improvements aiming to reduce the loss of processes can help organizations to remain active in this market. This paper presents concepts of various authors that assist in the understanding and perception of the importance of applying a work instruction in a production process , able to assist the operator in carrying out the activities efficiently . Based on these data , it has been the main objective of this study to develop and implement improvements to the procedures of welding processes in a medium-sized company located in the northwest of the state of Rio Grande do Sul, in order to ensure process quality . As well, the literature review identified the necessary elements related to production processes and procedures of welding processes ; identify weldments with the highest noncompliance and dependence welders , development and creation of elements for improvement , developing and creating procedure to implement the procedure of welding processes , training and qualification of the persons involved , verification and update the roadmaps of welding processes and application of the proposed model . Having identified that the highest rate of noncompliance is directly associated with labor , developed a well detailed model statement of work that aims to guide and facilitate the work of the welder, thus reducing non-conformities that may be caused by their lack of knowledge or information . The application of this model was evaluated and preliminary results were very significant , proving the efficiency of this document by the welding process , which identified an improvement in rates of noncompliance , with all the goals of the present study successfully achieved .

**Keywords:** Failure of weld. Welding instruction. Improvement of procedures.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo folha de processo de operações..	22
Figura 2: Exemplo Folha de processo com operações elementares..	23
Figura 3: Eras da Qualidade..	25
Figura 4: Classificação dos processos de junções..	26
Figura 5: Visão transversal de um cordão de solda.....	27
Figura 6: Solda oxiacetilênica..	28
Figura 7: Soldagem MIG/MAG.....	29
Figura 8: Soldagem TIG.....	30
Figura 9: Empresa ARTEFACTO.....	35
Figura 10: Fluxograma do processo de soldagem..	36
Figura 11: Ordem de produção da empresa .....	38
Figura 12: Aparelho de solda.....	39
Figura 13: Prateleiras dos dispositivos.....	40
Figura 14: Dispositivo com o código de identificação.....	40
Figura 15: Controle de produtos não conformes..	42
Figura 16: Tabela de quantidades produzidas vs quantidade de não conformidade... ..	42
Figura 17: Indicador de não conformidades mensal.....	43
Figura 18: Não conformidades de Maio e Junho.....	45
Figura 19: Causas de não conformidades.....	47
Figura 20: Instrução de solda.....	48
Figura 21: Antes e depois da aplicação do modelo de instrução.....	52

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Descrição das não conformidades.....	41
--	----

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>14</b>
2.1	PROCESSOS DE FABRICAÇÃO E PLANEJAMENTO DO PROCESSO	14
2.1.1	INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA O PLANEJAMENTO DO PROCESSO	15
2.1.1.1	DESENHO E ESPECIFICAÇÕES DA PEÇA	15
2.1.1.2	MATÉRIA-PRIMA	15
2.1.1.3	VOLUME DE PRODUÇÃO	16
2.1.1.4	EQUIPAMENTO DE PRODUÇÃO	16
2.1.2	DOCUMENTAÇÃO NO PLANEJAMENTO DO PROCESSO	17
2.1.2.1	FOLHA DE PROCESSO	17
2.1.3	PROCESSOS NÃO ESTRUTURADOS	19
2.2	PRODUTIVIDADE	20
2.3	QUALIDADE	21
2.4	PROCESSO DE JUNÇÃO	22
2.4.1	PROCESSO DE JUNÇÃO POR SOLDAGEM	22
2.4.1.1	PRINCIPAIS PROCESSOS DE SOLDAGEM	24
2.4.1.1.1	SOLDA OXIACETILÊNICA	24
2.4.1.1.2	SOLDAGEM A ARCO ELÉTRICO (MIG/MAG)	25
2.4.1.1.3	SOLDAGEM A ARCO ELÉTRICO (TIG)	25
2.4.2	PRINCIPAIS FATORES QUE INFLUENCIAM O PROCESSO	26
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>27</b>
3.1	MÉTODOS E TÉCNICAS	27
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>	<b>30</b>
4.1	HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	30
4.2	ESTUDO DO PROCESSO PRODUTIVO ATUAL	31
4.2.1	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	31
4.2.2	INDICADORES DE QUALIDADE DO PROCESSO	37
4.2.3	NÃO CONFORMIDADES CAUSADAS PELO OPERADOR	39
4.3	PROPOSTA DE UM NOVO PROCEDIMENTO PARA O PROCESSO DE SOLDAGEM	42
4.3.1	IDENTIFICAÇÃO DA CAUSA RAIZ	42
4.3.2	DESCRIÇÃO DO NOVO PROCEDIMENTO PARA O PROCESSO DE SOLDAGEM	43
4.4	RESULTADOS QUANTITATIVOS OBTIDOS DO PROJETO	47
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>49</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As grandes mudanças que vêm ocorrendo nas empresas tanto em aspectos ambientais, sociais, tecnológicos e, sobretudo no comportamento do consumidor, trazem para as organizações ameaças à sua sobrevivência, sendo que o principal ponto a ser destacado é a perda de competitividade pelos mais variados motivos.

Uma forma de contornar essa situação experimentada pelas empresas é a implantação constante de melhoria e aperfeiçoamento de seus processos produtivos, com a finalidade de aumentar a sua produtividade, reduzir as suas perdas, e conseqüentemente aumentar a sua eficiência.

De acordo com Contador (1998), o conceito de produtividade é muito importante nos dias atuais. Unindo qualidade e produtividade apresenta-se possível um sistema mais eficaz, o qual se torna competitivo para a empresa, pois a produtividade de uma organização é medida através da relação entre os resultados obtidos na produção e o total de cada recurso produtivo.

Diante também da elevada concorrência entre as empresas, as perdas nos processos produtivos acabam refletindo diretamente no posicionamento competitivo da organização. Visando reverter esse cenário, a empresa tem como foco aperfeiçoar e agregar maior valor ao processo produtivo, eliminar perdas e retrabalhos e principalmente maximizar a qualidade e eficiência dos processos.

A empresa estudada é de origem familiar e iniciou seus trabalhos no ramo metalomecânico há poucos anos, ampliando assim suas oportunidades de negócios. Devido ao seu pequeno histórico nesse segmento, a organização tem algumas dificuldades nos processos de soldagem, que acabam impactando na qualidade dos seus produtos. Salienta-se que os principais fatores que vêm contribuindo para este cenário são a falta de padronização dos procedimentos, e a falta de domínio de conhecimento sobre os processos aplicados, sendo que os mesmos não estão procedimentados.

Desta forma, foi definido que para o presente trabalho o problema de pesquisa seria identificar se a implantação de algumas melhorias nos procedimentos do processo de soldagem poderia garantir a qualidade dos produtos soldados.

O desenvolvimento desse trabalho é de grande importância, pois tem como objetivo desenvolver e implantar melhorias dos procedimentos dos processos de soldagem em uma empresa de médio porte, de modo a garantir a qualidade dos mesmos. Além de identificar na revisão de literatura os elementos necessários relacionados aos processos produtivos e dos procedimentos dos processos de soldagem, identificar os conjuntos soldados com maior índice de não conformidade e dependência dos soldadores, desenvolvimento e criação dos elementos de melhoria, desenvolver e criar procedimento para implantação do procedimento dos processos de soldagem, treinamento e qualificação das pessoas envolvidas, verificação e atualização dos roteiros dos processos de soldagem, aplicar o modelo proposto.

A motivação para elaboração desse assunto é poder aplicar os conceitos adquiridos durante a graduação, mais especificamente na área de processos, por questões de identificação com o assunto e afinidade, com a finalidade de contribuir para o crescimento e desenvolvimento da organização.

Para o acadêmico em Engenharia de Produção a realização da pesquisa na área de processos de soldagem possibilita melhorias e ganhos para a empresa, além de proporcionar o conhecimento de todos os processos dos produtos em questão, aumentando o desenvolvimento pessoal e crescimento profissional dos mesmos, também disponibilizando este estudo para utilização em estudos futuros.

Com a implantação dos procedimentos de soldagem, a organização terá grandes benefícios, pois o mesmo ajudará na organização dos processos e consequentemente no aumento da produtividade. Sendo assim, esse trabalho é de fácil aplicação, realização e conclusão.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo será apresentado às referências bibliográficas pertinentes relacionadas ao assunto escolhido para o trabalho, para criar embasamento e adquirir melhor conhecimento sobre o tema pesquisado.

### 2.1 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO E PLANEJAMENTO DO PROCESSO

O processo de manufatura de uma indústria consiste basicamente na combinação dos processos envolvidos na conversão de matéria-prima ou de produtos semiacabados em produtos finais (LORINI, 1993).

Ainda Segundo Lorini (1993), existem vários processos de fabricação usados para converter matéria-prima em peças acabadas como a estampagem, usinagem, soldagem, tratamentos térmicos, tratamentos químicos, e outros. Dentre estes, os processos de soldagem desempenham um papel muito importante na fabricação de peças, como em todos os outros processos. Para que se alcance a qualidade desejada de uma peça, são necessários planos de processo bem estabelecidos.

Sempre que um novo produto é projetado, deve-se efetuar o planejamento do processo para a fabricação dos seus componentes, que Pereira (2010), define como uma atividade de engenharia que transforma as informações de projeto em sequência de operações. É um dos pontos-chaves para garantir a integração, obter produtividade e alta qualidade na engenharia.

Lorini (1993) cita ainda como principais decisões que são tomadas no planejamento do processo de soldagem:

- Seleção da matéria-prima;
- Seleção dos processos de usinagem das superfícies das peças;
- Determinação da sequência de operações;
- Determinação do método de fixação da peça para cada operação;
- Seleção dos equipamentos e ferramentas para as operações de usinagem;
- Determinação das cotas e tolerâncias de fabricação para as operações de usinagem;

- Seleção das condições de usinagem e determinação dos tempos padrões para cada operação.

A qualidade dos planos de processo, o documento resultante do planejamento, influencia diretamente no trabalho preparatório para a manufatura, e conseqüentemente na sua duração, na qualidade das peças e produtos fabricados, no grau de complexidade da programação da produção e nos custos de produção. Por isso, o planejamento do processo é fundamental para a manufatura (GASPAR, 2009).

### **2.1.1 Informações básicas para o planejamento do processo**

No planejamento dos processos, devem ser feitas análises pormenorizadas da estrutura da peça, especificações do material, volume de produção e condições de fabricação, para que se tomem decisões de forma apropriada quanto à fabricação da peça (FERREIRA, 2002).

#### **2.1.1.1 Desenho e especificações da peça**

Segundo Lorini (1993), o desenho e as especificações técnicas da peça são informações básicas para o planejamento do processo. Essas informações podem estar em desenho ou em arquivo de CAD, onde devem estar explícitas informações como:

- Formas e dimensões da peça;
- Cotas e tolerâncias dimensionais e geométricas;
- Acabamentos superficiais;
- Tipo de matéria prima, propriedades do material.

#### **2.1.1.2 Matéria-prima**

Existem diferentes tipos de matéria-prima, como fundidos, forjados, laminados a quente, a frio, entre muitas outras, bem como diferentes espessuras e classificações de acordo com as qualidades (FERREIRA, 2002).

Entretanto, a seleção da matéria-prima deve levar em consideração o material solicitado no desenho da peça, além das exigências de propriedades mecânicas e o custo da peça, pois dependendo das características mecânicas dos materiais das peças pode haver limitações para a escolha do processo. Como por exemplo, pode-se citar a obtenção de eixos de ferro fundido que limitam a utilização de processos de conformação (BENEDETTI, 2008).

#### 2.1.1.3 Volume de produção

É de grande importância no planejamento do processo produtivo conhecer a quantidade de peças a serem fabricadas num intervalo de tempo definido e a data de entrega, para que assim se alcancem as exigências de eficiência e eficácia na produção dos itens e nos custos da manufatura. Assim também, pode-se identificar a necessidade de métodos alternativos, máquinas e ferramentas que devem ser selecionadas para suprir essas exigências. Portanto, o volume de produção de uma peça determina o seu tipo de produção, e por consequência o seu plano de processo (FERREIRA, 2002).

Segundo Paranhos Filho (2007), “os produtos podem ser iguais e servirem para a mesma finalidade, mas a tecnologia de produção pode ser diferente em função das quantidades e serem produzidas”.

Paranhos Filho (2007, p. 4) cita ainda que:

O baixo volume de produção implica organizações simples e processos pouco padronizados, já o grande volume de produção exige organizações complexas, altos níveis de padronização de processos e do produto, além de máquinas especiais, tudo para viabilizar economicamente a alta produção.

#### 2.1.1.4 Equipamento de produção

Muitas vezes a modernização de algumas máquinas é necessária, visando melhorar as suas funções e aumentar a produtividade, porém nem sempre a melhor alternativa é necessariamente aquela que emprega as máquinas mais avançadas.

Segundo Ferreria (2002), a escolha dos equipamentos que serão utilizados na fabricação das peças, é necessário analisar alguns critérios básicos, como por



exemplo o número de ferramentas necessárias, tamanho do lote, precisão, capacidades, tempos de preparação, ajustes e custo hora.

### **2.1.2 Documentação no planejamento do processo**

De acordo com Ferreira (2002), depois que o planejamento do processo estiver efetuado, documentos descrevendo o processo devem ser arquivados. Estes documentos servem para guiar a organização da produção no ambiente de fábrica, inclusive a programação da produção, e para o operador realizar as operações.

#### **2.1.2.1 Folha de processo**

Estes documentos, geralmente na forma de tabelas, são chamados de folha ou plano de processos ou de operações. Estas folhas de processo podem conter informações sobre operações, ou detalhamento das operações elementares (FERREIRA, 2002).

A primeira folha contém uma descrição genérica do processo de manufatura a ser executado. Incluem-se neste plano as operações do processo, o equipamento a ser utilizado em cada operação, o ferramental e o tempo padrão estimado para cada operação. Na Figura 1 ilustra-se um exemplo de folha de processo de operações.

Figura 1 - Exemplo de folha de processo de operações

EMPRESA XYZ		PLANO DE PROCESSOS			No. do Produto			Página ____
					No. da Peça			de ____
					Noma da Peça			
Material		Matéria-Prima		Número de Peças por Unidade		Quantidade		
No. da Operação	Nome da Operação	Equipamento	Disp. de Fixação	Ferramenta	Instr. de Medição	Tempos Padrões	Obs.	
			Processista			Aprovação		
			Data			Data		
No. da Alteração	Aprovação	Data	No. da alteração			Data da alteração		

Fonte: Ferreira (2002).

Já a folha de processos de operações elementares contém o detalhamento destas operações e é utilizada para direcionar o operador para a forma que deve executar corretamente a operação. Neste plano incluem-se informações como o método de fixação da peça, conteúdo e sequência das operações, equipamento e ferramental utilizado, condições do processo, estimativas de tempos padrões, entre outras. Como o objetivo desta folha de processo é descrever claramente cada operação ao operador, faz-se necessário que haja um desenho de fabricação da peça nesta folha (FERREIRA, 2002).

A Figura 2 ilustra um exemplo de plano de processo para operações elementares.

Figura 2 - Exemplo de Folha de processo com operações elementares

EMPRESA XYZ		PLANO DE PROCESSOS		No. do Produto	Página ____ de ____		
No. da Operação	Nome da Operação	Material	Dureza	Equipamento	Disp. de Fixação	Tempos Padrões	
(DESENHO DE FABRICAÇÃO DA PEÇA)							
No. da Sequência	Operação Elementar	Ferramenta	Instr. de Medição	Rotação N (rpm)	Avanço f (mm/rev)	Prof. a, (mm)	Obs.
				Processista		Aprovação	
				Data		Data	
No. da Alteração	Aprovação	Data	No. da alteração		Data da alteração		

Fonte: Ferreira (2002).

### 2.1.3 Processos não estruturados

É comum identificar nas pequenas e médias empresas processos não estruturados adequadamente e a maneira de executá-los só está clara para quem o faz e só está registrada na memória das pessoas. Além disto, se várias pessoas executam o mesmo trabalho, normalmente cada uma faz de uma maneira diferente. Portanto, é de fundamental importância montar um plano de produção bem estruturado para que se resolva este problema. Como principal vantagem de ter um processo bem estruturado é assegurar que os produtos ou serviços sejam

padronizados, com as mesmas características de qualidade e satisfação as exigências dos clientes (GONÇALVES, 2000).

## 2.2 PRODUTIVIDADE

Em sua definição mais abrangente, produtividade é uma medida da relação entre o nível de produção e o uso de insumos. Severiano Filho (1999) cita que a definição de produtividade e eficiência está intimamente associada, e Macedo (2002) complementa dizendo que o panorama competitivo vivenciado pelas organizações sem produtividade ou sem a eficiência do processo produtivo, dificulta para que estas sejam bem-sucedidas ou até mesmo para que sobrevivam no mercado.

Zaccarelli (1990) cita que nos últimos anos descobriu-se que o foco da produtividade havia mudado, pois as empresas bem-sucedidas passaram a perseguir um aumento constante da produtividade, não apenas para reduzir o custo da mão-de-obra, mas principalmente para obter vantagens competitivas.

O autor cita ainda um exemplo, no qual se a empresa que escolhe competir com novos produtos, precisa de agilidade para projetar, preparar protótipo, construir ferramental, divulgar o novo produto, estudar processos, preparar máquinas e fabricar. E a empresa só alcança esses atributos, necessários à competição no campo escolhido se tiver alta produtividade e em virtude disso que muitos autores como Severiano Filho e Macedo falam que a alta produtividade é condição para alcançar vantagens competitivas.

Severiano Filho (1999) faz uma análise mais clássica sobre produtividade, e toma como referência três definições:

- Produtividade de Fator simples: quando utiliza apenas um dos insumos usados no processo produtivo como medida, tais como capital, máquina, energia, homem;
- Produtividade de Valor Agregado: é medido pela relação entre o valor agregado e os diversos recursos de produção utilizados;
- Produtividade de Fator Total: quando são considerados mais de um insumo ao mesmo tempo, geralmente mão-de-obra e capital.

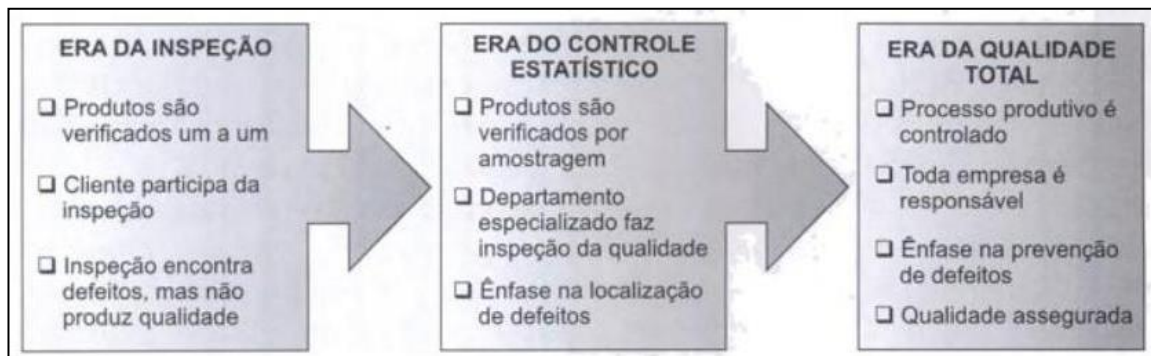
Severiano Filho (1999) foi quem criou o conceito de produtividade múltipla dos fatores, onde designa a relação entre alguma medida de produção e os possíveis fatores de produção: capital, trabalho, matérias-primas, energia.

### 2.3 QUALIDADE

Dentro do contexto mundial, a busca da competitividade tem exercido um papel relevante para o aprimoramento e conquista de novos mercados e assim a qualidade está sendo visualizada como uma forma de gerenciamento que, quando implementada, melhora de modo contínuo o desempenho organizacional (VERAS, 2009).

A evolução da qualidade passou por três grandes eras, conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Eras da Qualidade



**Fonte:** Maximiano (2000) apud Oliveira (2006).

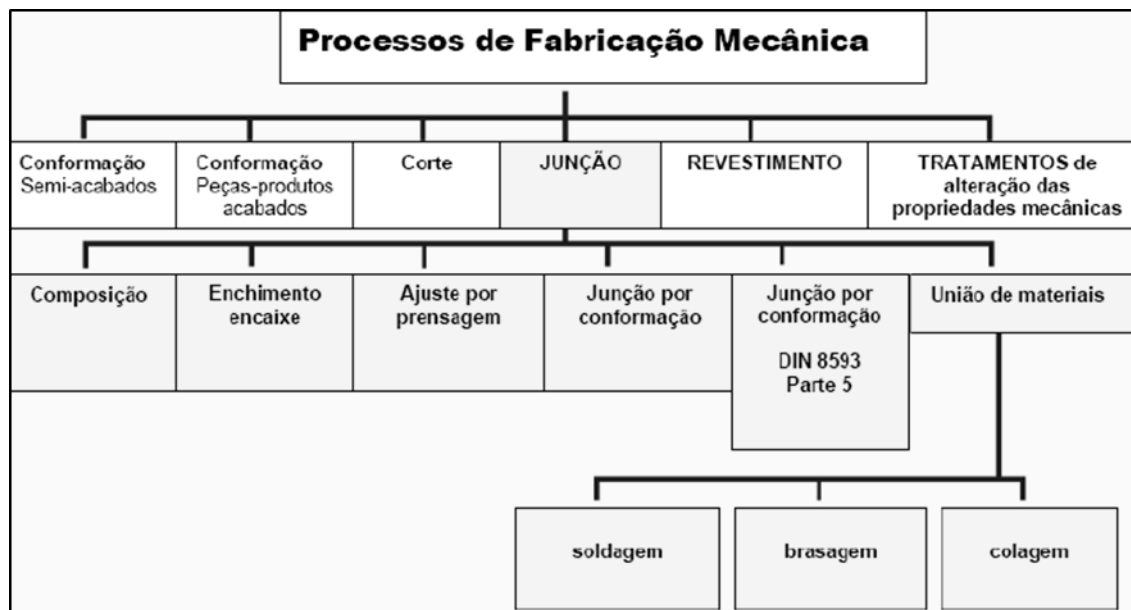
No planejamento do processo, a qualidade é peça fundamental, e quando um plano de processo é implementado, este deve considerar que todas as exigências de qualidade sejam atingidas, sem depender da habilidade do operador (FERREIRA, 2002).

Para complementar a justificativa da importância da qualidade no planejamento do processo produtivo, cita-se a definição que CROSBY (1998 p.31) fez da qualidade, "Qualidade é a conformidade do produto às suas especificações". As necessidades devem ser especificadas no planejamento do processo, e a qualidade é possível quando essas especificações são obedecidas sem ocorrência de defeitos.

## 2.4 PROCESSO DE JUNÇÃO

O processo que consiste na ligação permanente ou contato de duas ou mais peças, é denominado de junção, conforme Martins (2009). Este processo classifica-se de acordo com a forma de junção empregada, podendo ser direto, como por exemplo, a soldagem e brasagem, ou ainda pela ação de elementos adicionais de fixação, como parafusos e rebites. A Figura 4 mostra o esquema da classificação das junções.

Figura 4 - Classificação dos processos de junções.



Fonte: Martins (2009).

### 2.4.1 Processo de junção por soldagem

Segundo SENAI (1996, p.5):

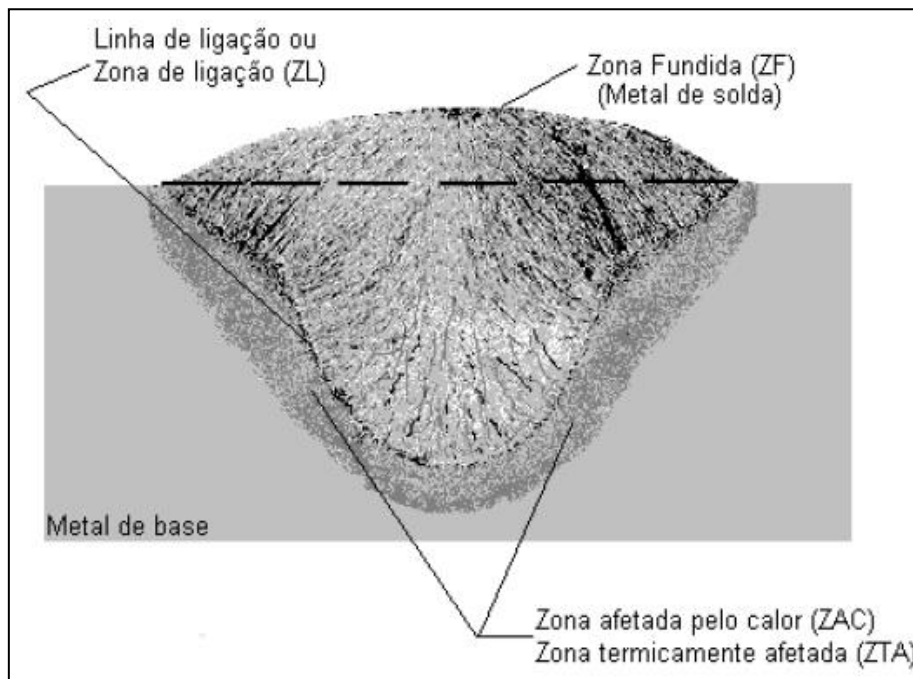
A soldagem pode ser definida como uma união de peças metálicas, cujas superfícies se tornaram plásticas ou liquefeitas, por ação de calor ou de pressão, ou mesmo de ambos. Poderá ou não ser empregado metal de adição para se executar efetivamente a união.

Na soldagem, os materiais das peças a serem soldadas devem ser se possíveis iguais, ou no mínimo semelhantes em termos de composição, assim como também o material de adição, que deve ser igual em termos de características, pois os materiais se fundem na região da solda. O metal de adição deve ter uma

temperatura de fusão próxima àquela do metal-base ou, então, um pouco abaixo dela, para que não ocorra deformação plástica (SENAI, 1996).

A Figura 5 mostra uma visão transversal de um cordão de solda.

Figura 5 - Visão transversal de um cordão de solda



Fonte: Felizardo (S/D).

Martins (2009) cita como principais vantagens das junções soldadas comparadas com outros processos, tais como rebiteamento e parafusamento:

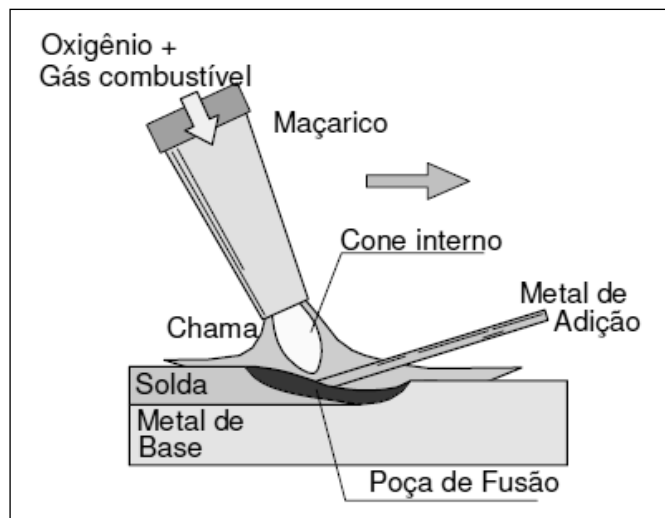
- Redução do peso;
- Economia de tempo;
- Melhor fluxo da força;
- Menores exigências de limpeza das superfícies;
- Sem envelhecimento;
- Suporte de elevadas solicitações mecânicas, tanto quanto a peça.

## 2.4.1.1 Principais processos de soldagem

### 2.4.1.1.1 Soldagem oxiacetilênica

Conforme Marques *et al* (2007) a soldagem oxiacetilênica consiste no processo de união de peças pela fusão localizada do metal por uma chama gerada na reação entre o oxigênio e o acetileno. O material de adição, na forma de fio ou barra, quando utilizado, é aplicado pelo soldador com uma das mãos, enquanto que, com a outra, ele manipula o maçarico, como se pode observar na Figura 6.

Figura 6 - Solda oxiacetilênica



Fonte: Marques *et al* (2007).

A temperatura alcançada com a chama oxiacetilênica é de 3200°C na ponta do cone. A soldagem oxiacetilênica utiliza equipamento simples e de baixo custo e pode ser usada para a soldagem de diversos tipos de metais. Marques (2007, p.) comenta ainda que:

O mesmo equipamento, com pequenas alterações no maçarico, pode ser utilizado para corte, brasagem e tratamento térmico de pequenas peças. Contudo, devido à sua baixa intensidade de calor e, conseqüentemente, baixa produtividade, a soldagem oxi-acetilênica foi largamente suplantada pelos processos de soldagem a arco, sendo atualmente mais usada em manutenção e soldagem de chapas e tubos de parede fina.

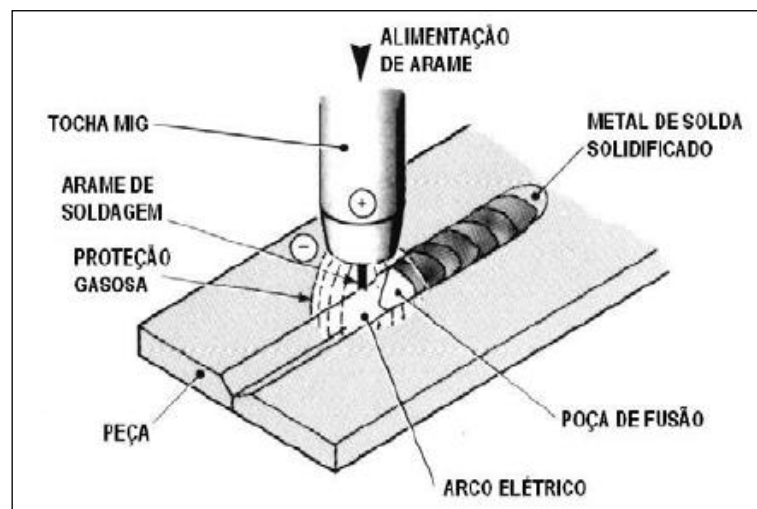


#### 2.4.1.1.2. Soldagem a arco elétrico (MIG/MAG)

O processo de soldagem MIG/MAG é considerado um processo semiautomático, pois utiliza como material de adição o arame eletrodo de alimentação contínua, no qual o soldador precisa apenas controlar a velocidade de avanço durante a operação, mantendo a distância do bico de contato à peça constante. Também são utilizados gases inertes ou ativos para proteger a região de solda. (SOLCI, 2012).

A Figura 7 ilustra o processo.

Figura 7 - Soldagem MIG/MAG



Fonte: ESAB (2005).

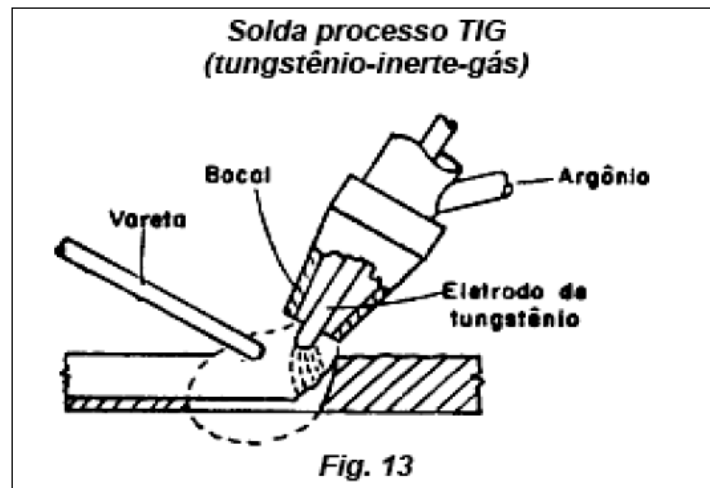
Na soldagem MIG/MAG, a altura do arco elétrico é controlada pela diferença de potencial (voltagem) aplicada entre os eletrodos.

ESAB (2005) cita como principais vantagens da soldagem MIG,MAG a possibilidade de ser efetuada em todas as posições, não haver a necessidade de remoção de escória, altas velocidades de soldagem e menos distorção das peças.

#### 2.4.1.1.3 Soldagem a arco elétrico (TIG)

A soldagem TIG (tungstênio-inerte-gás), conforme SENAI (1996) é uma das que requer maior treinamento e habilidade do soldador, o calor necessário para essa soldagem provém de um arco elétrico estabelecido entre um eletrodo de tungstênio, e o metal-base, mostrado na Figura 8.

Figura 8 - Soldagem TIG



Fonte: SENAI (1996).

É por não consumir o eletrodo que o processo TIG se diferencia da soldagem convencional e do MIG/MAG, sendo que quando necessário utilizar metal de adição, procede-se como na solda oxiacetilênica, onde se utiliza a vareta, mas não se devem estabelecer comparações entre os dois processos (ASM TREINAMENTOS, 2013).

Na soldagem TIG a altura do arco elétrico é controlada pela distância eletrodo peça, diferentemente da soldagem MIG, MAG.

As principais vantagens da soldagem TIG é que solda todos os metais, tem bom controle da penetração, também possibilita ser efetuada em todas as posições e possui baixos níveis de Hidrogênio (ASM TREINAMENTOS, 2013).

#### 2.4.2 Principais fatores que influenciam o processo

Segundo Bracarense (2004) existem vários fatores que influenciam diretamente a qualidade da soldagem, dentre os quais podemos citar como mais importantes:

- Espaçamento entre eletrodos;
- Condições dos materiais;
- Uniformidade dos pontos de solda;
- Rebarbas e ondulações;

- Aquecimento;
- Tempo;
- Pressão;
- Resistência mecânica.

Porém, Bracarense não cita um fator relevante no processo de soldagem, que Santos e Mainier (2006) descrevem como sendo o fator humano. Quando o processo de soldagem não é automático (executado por robôs), o processo é realizado por operadores, e é chamado de manual. Os processos manuais são influenciados diretamente pela ação do homem e podem estar sujeitos a erros mais frequentes.

Com a disponibilização aos operadores de instruções detalhadas para execução das atividades, esses erros tendem a serem menos frequentes. Essas informações podem estar contidas em um documento chamado de plano de processo. Uma vez definidas as atividades de cada operador, este é responsável por realizar as suas soldagens conforme o plano de processo, nas especificações e no tempo definido pela área de planejamento de processo.

### **3 METODOLOGIA**

Tendo definidos os objetivos da pesquisa e executado o embasamento teórico para a proposta do estudo, define-se então o procedimento metodológico de pesquisa, que tem a função de definir os parâmetros utilizados no desenvolvimento do estudo, bem como aspectos relevantes neste processo para que se alcancem os objetivos finais.

Desta forma, para o presente estudo definiu-se a pesquisa-ação como método. Segundo Gil (2002), este tipo de pesquisa tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses.

O estudo foi realizado em uma empresa metalúrgica de médio porte situada no município de Horizontina – RS, com o objetivo de propor melhorias através de estudos bibliográficos e aplicações junto à empresa, podendo assim definir que a pesquisa torna-se de natureza aplicada e descritiva, pois os procedimentos estão detalhados aos procedimentos da mesma.

#### **3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS**

O trabalho inicia com a etapa exploratória, com a pesquisa de campo, no qual se buscou identificar em outras indústrias, formas de conter as não conformidades da soldagens, quais documentos e instruções as mesmas utilizam, e que benefícios têm com a utilização dos mesmos.

Concluída a pesquisa preliminar, iniciou-se uma pesquisa aprofundada do assunto, caracterizada pela busca de conhecimentos especializados na área de estudo, através de livros, periódicos e artigos, que contribuam com o embasamento necessário para fazer a proposta de um modelo de instrução de soldagem.

Em seguida, concentrou-se no estudo detalhado do processo realizado atualmente pela empresa, e buscou-se conferir in loco a realização do trabalho, os procedimentos utilizados, informações que os operadores têm e quais as dificuldades encontradas pelos mesmos.

A partir de levantamentos de dados junto ao setor de qualidade da empresa, pode-se analisar os indicadores existentes para o processo, descrição de não conformidades e principais variáveis que afetam estes indicadores e a partir da análise destes dados detectaram-se os principais causadores dos problemas relacionados à soldagem, definindo o problema de pesquisa do trabalho.

Na sequência, descreveu-se o modelo de instrução de soldagem proposto, utilizando fotos dos dispositivos e das peças, descrevendo como foi elaborado, que informações este documento contém e de que forma ele deve ser utilizado e atualizado.

Como fase final do trabalho, as melhorias esperadas com a implantação da instrução de soldagem proposta foram abordadas. Utilizando três itens considerados os mais críticos em nível de não conformidades, avaliaram-se os índices de problemas antes e depois da aplicação da instrução, na qual se pode constatar uma considerável redução dos problemas relacionados à soldagem.

## **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Nos resultados e discussões serão apresentados os processos estudados na revisão da literatura, com base nos requisitos e orientações para a elaboração do procedimento do processo de soldagem, bem como os estudos do processo atual e fatores que influenciam este processo, sendo que na sequência, será apresentada a proposta de um modelo de procedimento para o processo de soldagem da empresa, seguido dos resultados quantitativos da aplicação deste projeto.

### **4.1 HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA**

Criada em 1985, a Artefacto é uma empresa de origem familiar que atua no ramo metalomecânico e está situada na região Noroeste do Rio Grande do Sul. Inicialmente, a empresa fabricava apenas brinquedos e embalagens em madeira que eram utilizadas principalmente para o transporte de peças e componentes.

A partir de 2003, a empresa passa a fabricar também peças metálicas e introduz um processo inovador no mercado brasileiro, o emborrachamento de peças metálicas, sendo uma das únicas empresas do Brasil a possuir este processo. Por volta de 2003, identificando a necessidade de atender um mercado cada vez mais exigente, a Artefacto implementa mais dois processos diferenciados, no segmento de proteção superficial, o processo de galvanoplastia, ou seja, zincagem, e o processo de pintura a pó e líquida, além de investir na melhoria dos processos de corte com a aquisição de uma máquina de corte a laser.

Em 2005 a organização, auxiliada pelo SEBRAE, inicia seus trabalhos voltados à qualidade, participando no Programa Gaúcho de Qualidade, e investe esforços para, em fevereiro de 2008, obter a certificação ISO 9001:2000 através da Bureau Veritas Certification, e passar em 2009 a ser a primeira empresa do interior do estado a obter certificação ISO 9001:2008.

Por volta de 2009, a Artefacto buscou inserir-se em um novo mercado consumidor, onde identificou grande potencial de crescimento, o mercado marmorista. Através da realização de estudos, com o intuito de identificar as expectativas das empresas marmoristas, desenvolveu o projeto de uma máquina

polidora de rochas, (mármore e granito) a qual tem por objetivo facilitar o processo de polimento de tais rochas e incluir a empresa no segmento de máquinas do setor.

No ano de 2010, a empresa identifica a necessidade de setorizar os seus diferentes ramos de atuação, separando assim o segmento de madeira e de metal em duas fábricas distintas, montando uma estrutura única para a fabricação de itens de madeira e outra para a alocação dos processos de fabricação em metal.

A partir do ano de 2010 até os dias atuais, a empresa vem vivenciando um crescimento constante das demandas, além da expansão de sua carteira de clientes, formada hoje principalmente pelas maiores montadoras do setor de máquinas agrícolas. Desta forma, a Artefacto vem investindo cada vez mais na aquisição de novos equipamentos, maquinários, melhorias em infraestrutura e principalmente na melhoria constante de seus processos de fabricação, para que desta forma possa continuar atendendo de forma eficaz a todas as expectativas dos seus clientes, na Figura 9, encontra-se uma imagem aérea da estrutura da empresa.

Figura 9 – Empresa Artefacto



## 4.2 ESTUDO DO PROCESSO PRODUTIVO ATUAL

### 4.2.1 Descrição do processo

O processo de soldagem realizado na empresa consiste no processo de MIG-MAG, o qual já foi citado anteriormente como sendo um processo que utiliza como

material de adição o arame eletrodo de alimentação contínua, e no qual o soldador precisa apenas controlar a velocidade de avanço durante a operação de soldagem.

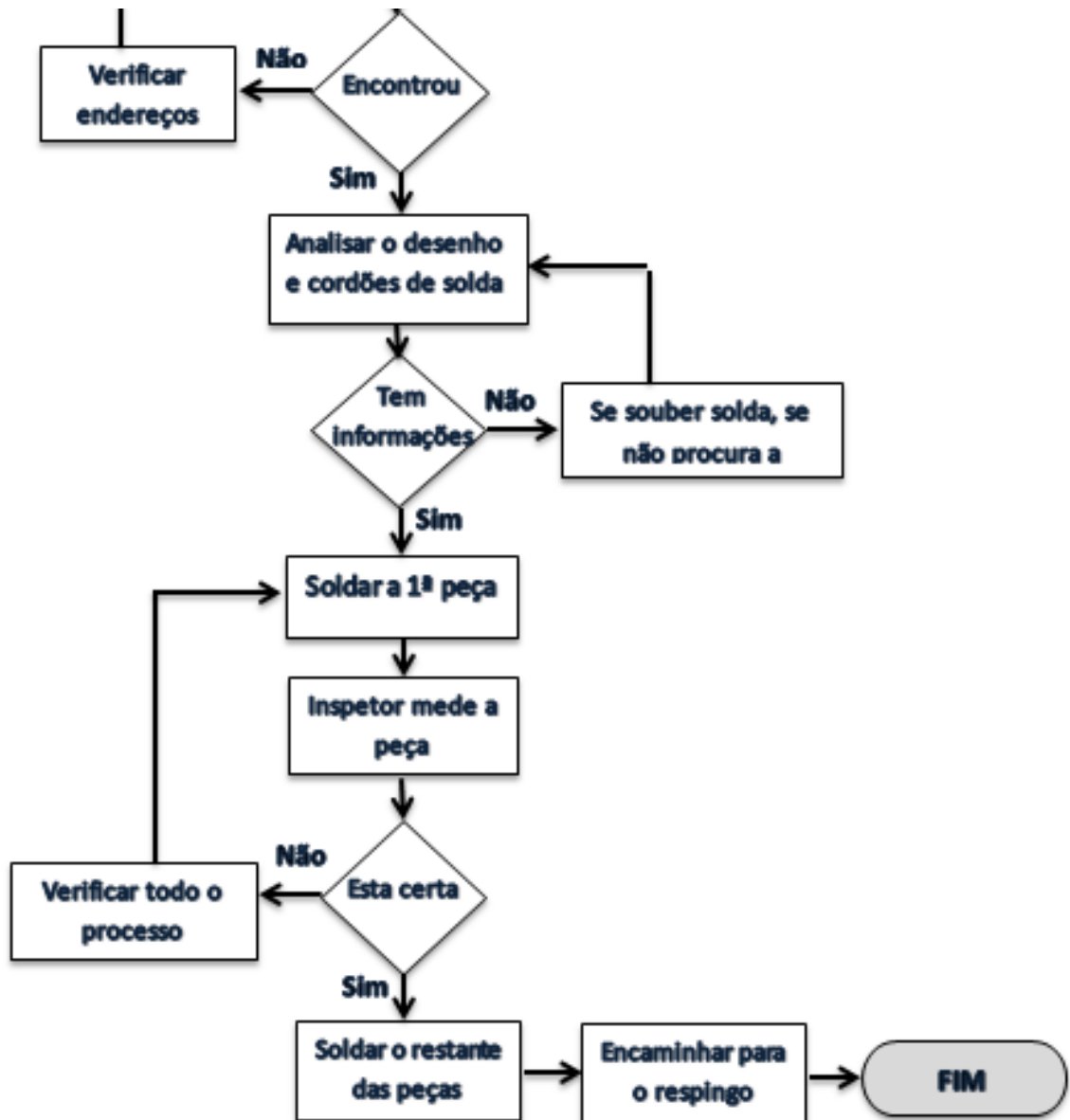
A empresa conta atualmente com 03 operadores realizando este processo e é esta mão de obra que se torna a principal preocupação dos gestores. Em virtude de a rotatividade neste setor ser alta e do desenvolvimento deste processo exigir habilidade de quem o executa, a qualidade e a produtividade têm grande tendência de diminuir, já que o volume de trabalho torna praticamente impossível para o operador concluir o período de adaptação e treinamento, vindo a soldar os itens de produção antes mesmo de possuir o conhecimento mínimo dos procedimentos da empresa.

Quanto às instruções e procedimentos de soldagem que a empresa possui, todos os conjuntos soldados possuem roteiro de produção, no qual constam as informações referentes à regulagem dos aparelhos de solda, bem como o desenho da peça. A seguir, segue o fluxograma do procedimento para a realização da solda.

Figura 10- Fluxograma do processo de soldagem








Fonte: Elaborado pelo autor.

Segue o detalhamento do fluxograma do processo de soldagem apresentado.

a) O operador recebe a ordem de produção do supervisor. A ordem é a forma que ele tem para visualizar qual item deve ser produzido, em que quantidade, qual o código do dispositivo que ele deve utilizar e o desenho técnico do item, que deve conter as informações sobre os cordões de solda a serem feitos. A Figura 11 mostra um exemplo de ordem de produção utilizada hoje pela empresa, onde as informações referentes à solda do item estão localizadas logo abaixo da descrição dos componentes.

Figura 11 - Ordem de produção da empresa

ARTEFACTO		ORDEM DE PRODUÇÃO			
 KOHLER E PETERMANN LTDA		DATA EMISSÃO	DATA ENTREGA	NÚMERO O.P	LOTE
		26/03/2013	26/03/2013	42122	8444
CÓD: 6269532M91		REV. DESENHO	PEDIDO	QUANTIDADE	
CONJ:		01		1	
NUMERO NF	COMPONENTES	UN	CONSUMO		
	6269533M1		SUPORTE LE		
	PORCA SD M10		PORCA SEXTAVADA DE SOLDA M10		
		PC	1		
		PC	2		
OPÉ	DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS	GR. MAQ	MATRIZ	LOCAL	FREQ.
1	SOLDAR A PEÇA	KP 9.5	KP	POSB09	1/30
VOLTAGEM: 23 A 28V AMPERAGEM: 210 A 280A ARAME: Ø1mm PROCESSO: MAG VAZÃO GÁS: 12 à 15L/min EPS:004 APÓS SOLDAR A 1ª PEÇA DO LOTE, CHAMAR INSPECTOR DA QUALIDADE PARA LIBERAR O LOTE		T.Padrão:		T.Total:	
2	INSPEÇÃO DA QUALIDADE CONFORME SISTEMA				1/30
		T.Padrão:		T.Total:	
3	PINTURA LIQUIDA PRETO BRILHANTE AGCO (BASF)	KP 18.3			1/30
		T.Padrão:		T.Total:	
OBS: COLOCAR PARAFUSO NAS PORCAS ANTES DA PINTURA DAS PEÇAS. OBS: COLOCAR PARAFUSO NAS PORCAS ANTES DA PINTURA DAS PEÇAS. 1ª LIMPEZA - CONFORME IT022 2ª PINTURA LIQUIDA - CONFORME IT021 E IT023 3ª SECAGEM - CONFORME IT025					
4	INSPEÇÃO FINAL DE QUALIDADE CONFORME SISTEMA				1/30
		T.Padrão:		T.Total:	
VERIFICAR SE NÃO POSSUI TINTA NA ROSCA DAS PORCAS VERIFICAR SE NÃO POSSUI TINTA NA ROSCA DAS PORCAS VERIFICAR SE NÃO POSSUI TINTA NA ROSCA DAS PORCAS					
5	ESTOCAR PEÇAS				
		T.Padrão:		T.Total:	
PRATELEIRA: CONTAINER/KLT: QTDE:					

Fonte: Adaptado pelo autor.

b) O operador verifica se a voltagem, a amperagem e a vazão de gás estão conforme especificado na Ordem de Produção, e se algum destes não estiver conforme estipula a OP, deve ser feita a regulagem do aparelho de solda para que o mesmo esteja de acordo com o especificado. Na Figura 12 tem-se uma imagem dos equipamentos utilizados pela empresa para a soldagem (aparelho de solda e o cilindro de gás).

Figura 12 - Aparelho de solda.



**Fonte:** Elaborado pelo Autor.

**c)** O operador verificar na OP o código do dispositivo de solda que deve ser utilizado e após buscar o mesmo na prateleira dos dispositivos. Todas as ferramentas e dispositivos de solda são identificados com um código e ficam armazenados em prateleiras próximas às cabines de solda. Porém, devido ao tempo de uso de alguns dos dispositivos, os códigos podem acabar caindo ou sendo danificados, ou ainda devido à falta de organização, o processo de procurar os dispositivos nestas prateleiras acaba se tornando algo demorado, além de muitas vezes o operador não encontrar o que precisa. As Figuras 13 mostra de que forma estão dispostos os dispositivos e ferramentas nas prateleiras e como é a identificação dos códigos.

Figura13 - Prateleiras dos dispositivos



A Figura 14, mostra a identificação do código do dispositivo preso junto ao mesmo, da mesma forma como é identificado o local onde o mesmo fica armazenado na prateleira.

Figura 14 - Dispositivo com o código de identificação



d) Operador analisa o desenho que está anexado atrás da O.P e verifica os cordões de solda que ele deve executar. A empresa possui muitos itens que necessitam de soldagem, e alguns com particularidades próprias quanto à forma de fazer o cordão, medidas, entre outros, ficando assim em certos itens

dependência direta da empresa com o operador que, por tempo maior de empresa e prática, conhece bem o processo, por isso da grande preocupação da gestão com a rotatividade de funcionários. Normalmente quando ocorre de o operador não encontrar a informação que necessita para executar a soldagem, ele recorre à engenharia, que por sua vez o auxilia na identificação de dimensões, desenhos atualizados, formas de cordões, entre outras.

e) Tendo todas as informações necessárias para o desenvolvimento do trabalho, o operador solda a 1ª peça do lote, comunica o inspetor da qualidade para que faça a verificação da peça, para garantir que a mesma esteja conforme a especificação. Além da verificação executada na primeira peça, é realizada outra checagem a cada 30 peças soldadas, evitando que, caso tenha alguma não conformidade com o processo, o lote inteiro fique incorreto.

f) Após soldar todo o lote das peças, o operador é responsável por encaminhar as mesmas para o setor de respingos, pois diferentemente de algumas empresas onde o próprio soldador retira os respingos resultantes da soldagem, a Artefacto possui um setor em que há operadores especificamente para realizar esta tarefa. Após passar por este processo, a peça segue no fluxo normal, seja para a pintura, zincagem ou direto para o estoque.

#### **4.2.2 Indicadores de qualidade do processo**

A empresa possui controle rígido dos seus processos de fabricação. Desta forma, todas e quaisquer não conformidades encontradas durante a produção, ou mesmo no estoque, são contabilizadas. De forma detalhada, o setor da qualidade toma nota destas não conformidades, nas quais mantém registros de todos os meses do ano, e de anos anteriores também, uma vez que o indicador destas não conformidades é utilizado como parâmetro para a bonificação que a empresa oferece ao final de cada ano. A planilha utilizada para o controle destes dados segue na Figura 15.

Figura 15 – Controle de produtos não conformes

Controle de Produto Não - Conforme											
Data	Código	Conjunto / Componente / Peça	Processo / Insp. Final / Estoqu	Sucata / Retrabalho / AMC	nº OP/NF	Qtde Prod.	Qtde NC	% NC	Descrição da NC	Causa da NC	Inspetor
30/05/13	AH236251	Conjunto	Insp.Final	Retrabalho	43992	500	46	9,2	Peças empenadas	Processo	Giovani
30/05/13	DQ34337	Conjunto	Insp.Final	Retrabalho	43648	1523	63	4,1	Excesso de solda no	Falta de atenção do operador.	Giovani
06/05/13	DQ24072	Conjunto	Insp. Final	Sucata	43648	50	1	2,0	Excesso de solda no	Falta de pratica do operador.	Jorge
14/06/13	AAX10088	Conjunto	Insp.Final	Sucata	44272	13	1		Base de apoio fora de	Mai colocada no gabarito	Giovani
18/06/13	PM002274	Conjunto	Processo	Sucata	44060	100	2		Cotas fora de tolerancia	Falta de atenção do operador	Andre
19/06/13	RE45698	Conjunto	Insp.Final	Retrabalho	44325	120	28	23,3	Respingos de solda na	Falta de atenção do operador	Giovani
18/06/13	DQ29772	Conjunto	Insp. Final	Retrabalho	44269	150	4	2,7	Cordão de solda maior	Falta de atenção do operador	Rodrigo
24/07/13	71420365	Conjunto	Insp. Final	Retrabalho	45292	12	3		Peça com respinhos	Falta de atenção do operador	Andre

Fonte: Adaptado pelo autor.

Os dados que são coletados para gerar o indicador de não conformidades são basicamente a quantidade da OP a ser produzida e quantas destas não estão em conformidade, que podem muitas vezes ser um lote inteiro ou não. A Figura 16 mostra a forma como estes dados são contabilizados, para a geração do indicador.

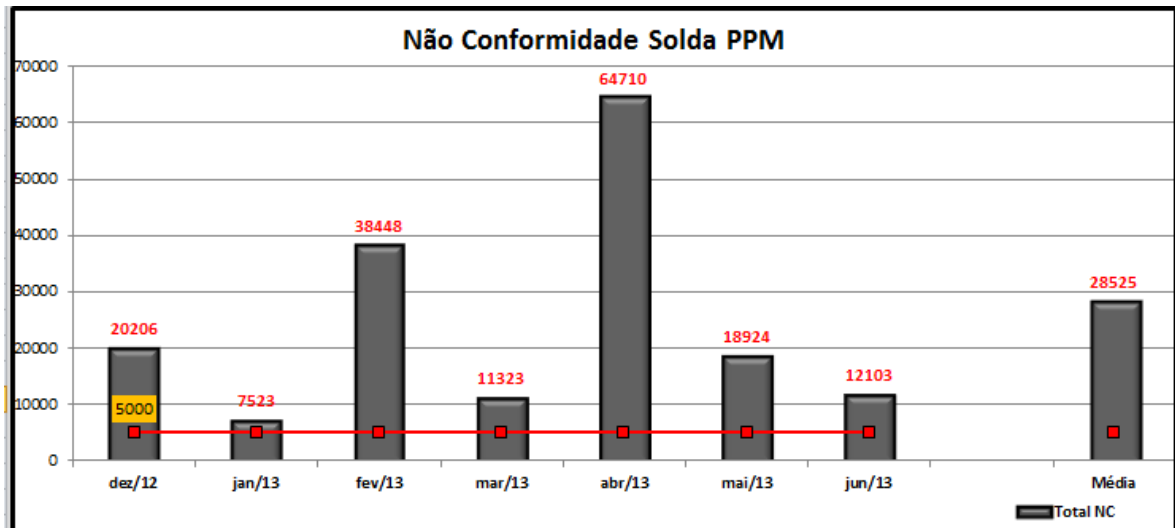
Figura 16 – Tabela de quantidades produzidas vs quantidade de não conformidade

DADOS MENSAIS			DADOS MENSAIS						
Nº	INDICADOR	Unidade	jan/13	fev/13	mar/13	abr/13	mai/13	jun/13	Média
1	Total NC Solda	Peça	86	338	102	1259	338	118	343
2	Total Produzido	Peça	11431	8791	9008	19456	17861	9750	12010
Nº	INDICADOR	Unidade	jan/13	fev/13	mar/13	abr/13	mai/13	jun/13	Média
1	Total NC Solda	PPM	7523	38448	11323	64710	18924	12103	28525
	Meta	PPM	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000

Fonte: Adaptado pelo autor.

O indicador é gerado a partir destes dados, que segue na Figura 17, e tem como métrica “Partes Por Milhão”, ou seja, divide-se a quantidade de não conformes pela quantidade produzida, levando em consideração todos os problemas relacionados à soldagem naquele mês, e o resultado desta divisão é multiplicado por 1 milhão. O indicador tem como meta 5000 Partes Por Milhão máximas de não conformidades mensais.

Figura 17 – Indicador de não conformidades mensal



Fonte: Adaptado pelo autor.

Como se pode verificar no gráfico da Figura 17, a meta de 5000 PPM não vem sendo alcançada desde dezembro de 2012, quando já ultrapassava os 20000 PPM. No mês de janeiro há uma pequena redução neste índice, porém ainda assim ultrapassa a meta, já o mês de abril teve o pior desempenho dos seis meses, onde o PPM de não conformidades atingiu 64710 PPM, ou seja, um número 12 vezes maior que o parâmetro aceitável. Analisando-se estes dados, percebe-se a necessidade da avaliação das causas que estão levando a índices não aceitáveis de não conformidades.

#### 4.2.3 Não conformidades causadas pelo operador

Feita a análise dos dados e tendo a informação de que o maior índice de não conformidades surge em virtude de falhas do operador, realizou-se uma análise de todas as não conformidades ocasionadas por falha humana nesses primeiros seis meses de 2013, das quais as mais recorrentes seguem descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição das não conformidades

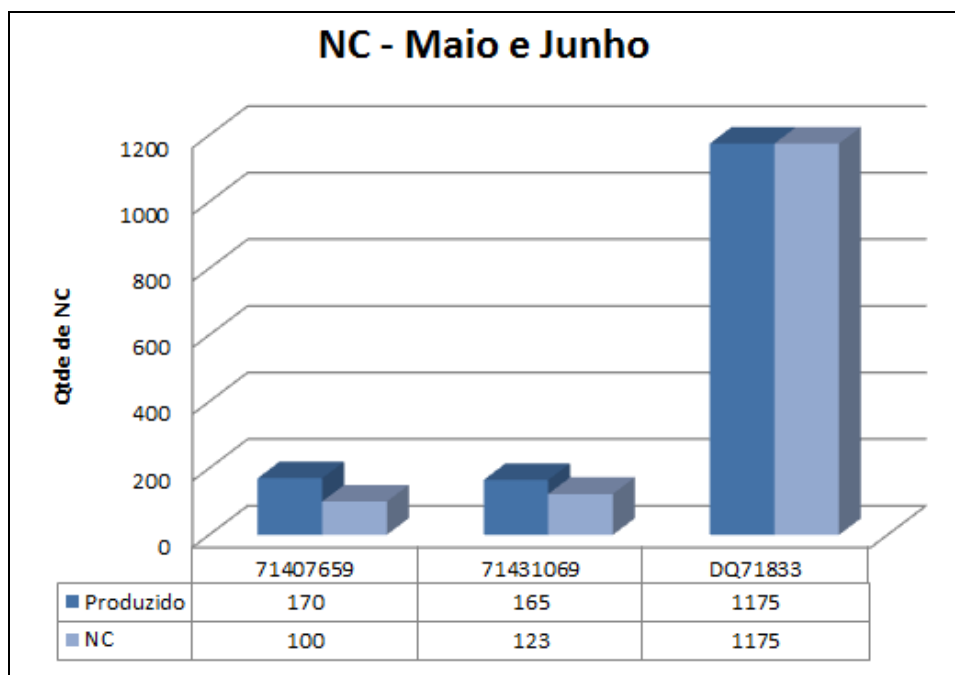
<b>Descrição da NC</b>	<b>Componentes soldados fora do esquadro ou desalinhados</b>	
<b>Qtde total de NC</b>	53 peças	
<b>Status</b>	22 - Retrabalho 31 – Sucata	
<b>Descrição da NC</b>	<b>Excesso de solda</b>	
<b>Qtde total de NC</b>	134 peças	
<b>Status</b>	125 - Retrabalho 9 – Sucata	
<b>Descrição da NC</b>	<b>Falta de penetração da solda</b>	
<b>Qtde total de NC</b>	23 peças	
<b>Status</b>	23 – Retrabalho	
<b>Descrição da NC</b>	<b>Excesso de respingo</b>	
<b>Qtde total de NC</b>	215 peças	
<b>Status</b>	215 - Retrabalho	

**Fonte:** Elaborado pelo autor.



A expectativa quanto à aplicação do modelo é se não eliminar, reduzir drasticamente os índices de não conformidades existentes atualmente na empresa. Para que se pudesse fazer uma análise preliminar dos resultados desta aplicação, observaram-se nos meses de maio e junho os itens que se destacaram mais pelas quantidades de não conformidades. Foram escolhidos os três itens com os mais altos índices de defeitos de soldagem, elaborando-se os gráficos a seguir que serão comparados mais tarde com os resultados obtidos após a aplicação do modelo.

Figura 18 – Não conformidades de maio e junho



Fonte: Elaborado pelo autor.

O gráfico da Figura 18 mostra os três itens que foram escolhidos como parâmetro para o estudo das melhorias da instrução de soldagem proposta. Os mesmos apresentavam um elevado índice de não conformidades, como se pode constatar comparando a quantidade produzida com a quantidade de itens com problemas conforme o gráfico. O item 71407659 teve 100 peças, das 170 produzidas, com problemas. Já o 71431069 foram 123 peças não conformes de 165 produzidas, mas o item que mais se destacou foi o DQ71833 que teve todo o lote condenado, ou seja, 100% dos itens não conformes.

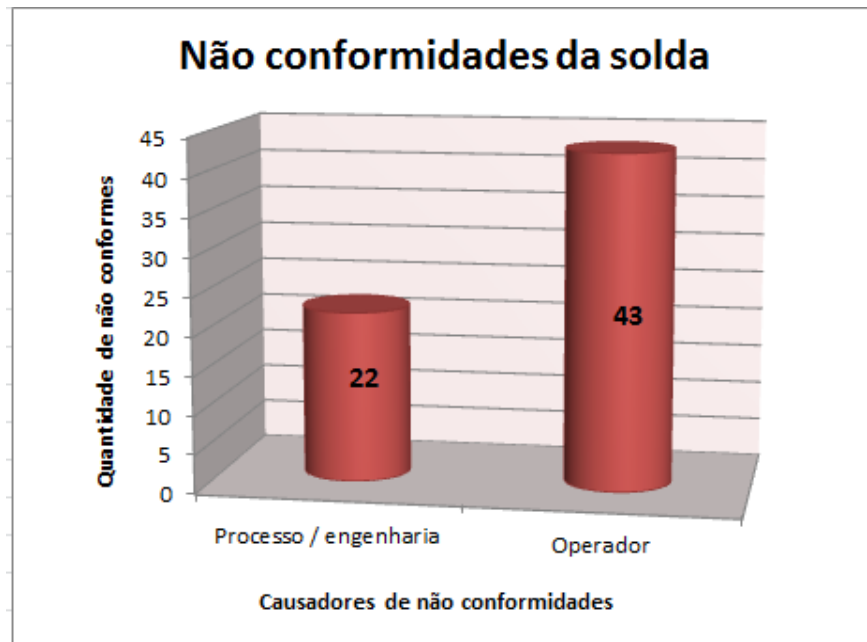
### 4.3 PROPOSTA DE UM NOVO PROCEDIMENTO PARA O PROCESSO DE SOLDAGEM

Com o objetivo de contribuir com a melhoria contínua nos processos da Artefacto e buscando um atendimento mais eficiente aos requisitos do cliente, estudaram-se formas de aprimoramento para o processo de soldagem realizado pela empresa. Primeiramente, buscou-se investigar o que outras empresas do ramo estavam utilizando como instrução aos seus operadores, e que vantagens as mesmas vinham lhes trazendo. Diferentes modelos foram analisados, layouts e informações que estes documentos deveriam conter, para serem eficientes, buscando um melhor entendimento do operador quanto as suas atividades; bem como padronizar a forma de realizar as tarefas e propor uma visão mais organizada e produtiva do processo. A partir deste estudo, desenvolveu-se um modelo de folha de processo, ou instrução de soldagem, contemplando as necessidades específicas do processo de soldagem realizado na empresa, que será apresentado a seguir.

#### **4.3.1 Identificação da causa raiz**

Para identificar a causa raiz destes problemas de qualidade na soldagem, avaliaram-se as informações dos seis primeiros meses do ano de 2013 listadas na planilha de controle de não conformes da qualidade. Esta avaliação foi feita reunindo os dados da planilha e identificando as causas mais recorrentes, onde se evidenciaram dois fatores principais que afetam o processo, como mostra a Figura 19. Faz-se necessário saber que nos dados apresentados no gráfico a seguir estão o número de registros na planilha, e não o número de peças não conformes, podendo um registro abranger uma quantidade variada de várias peças com problemas.

Figura 19 – Causas de não conformidades



Fonte: Elaborado pelo autor.

Este gráfico demonstra uma informação muito relevante para este estudo, e foi com base na matriz de priorização, feita inicialmente pela empresa, e nos resultados desta avaliação que o presente estudo direcionou seus esforços. E por isso se evidenciou que, apesar de o índice de contribuição da engenharia e de variáveis do processo em si também serem altos, o operador é o grande agente influenciador neste caso, sendo o maior índice de não conformidades associado diretamente com a mão de obra. Dentre as causas das não conformidades especificadas pela qualidade, as mais recorrentes foram a falta de atenção ou de treinamento do operador.


#### 4.3.2 Descrição do novo procedimento para o processo de soldagem

O conjunto de informações enviado aos operadores de máquinas, atualmente, é impresso junto à ordem de produção, como já foi colocado anteriormente, porém identificou-se que as informações de como fabricar o produto não estão sendo eficientes. Desta forma, o modelo de instrução de soldagem que será apresentado agora, utiliza uma sistemática um pouco diferente, e busca principalmente complementar as informações que já existem hoje.

Utilizou-se como exemplo o item 6269532M91, o qual tem relatos de um grande número de não conformidades, relacionadas à posição dos itens no dispositivo, falta de solda, soldas desalinhadas, entre outros. A Figura 20 mostra o exemplo da instrução de solda proposta para a empresa. A seguir, será feito seu detalhamento.

Figura 20 – Instrução de solda

 <b>INSTRUÇÃO DE SOLDA</b> <span style="float: right;">FOLHA 01/02</span>	
<b>DESCRIÇÃO:</b> CJ. SD SUPORTE LE <b>CÓDIGO:</b> 6269532M91 <b>CLIENTE:</b> AGCO <b>GABARITOS:</b> KP08B03	<b>ITS:002</b> <b>REVISÃO:01</b> <b>PROPRIETARIO:</b> ARTEFACTO <b>EPS:</b> 004
	<p>- Utilizar Dispositivo de Solda KP08B03.</p>
	<p><u>1º Passo:</u> Posicionar o componente 6269533M1;</p>
	<p><u>2º Passo:</u> Posicionar 02 componentes do item 109246; Apertar o grampo de solda.</p>

 INSTRUÇÃO DE SOLDA FOLHA 02/02



3° Passo: Fazer 04 pontos de Solda com 180° entre eles;



Peça acabada após a solda;

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

O exemplo apresentado na Figura 20 mostra primeiramente, os dados gerais da instrução de soldagem, ou seja, os que devem ser informados em todas as instruções. Porém, este modelo pode variar um pouco de acordo com o item a ser soldado, já que dependendo da complexidade da peça são necessárias informações adicionais ou mais detalhadas.

**a) Descrição:** refere-se ao item a ser soldado, sua descrição, como o mesmo é identificado, e seu nome;

**b) Código:** é o número de identificação, cada item produzido tem um número único de identificação;

**c) Cliente:** refere-se a quem o item será produzido, que empresa fez o pedido e espera pela entrega do mesmo;

**d) Gabarito:** este campo deve ser preenchido com o código do dispositivo a ser utilizado nesta soldagem;

**e) ITS:** cada instrução recebe um código de identificação, e este código deve estar descrito na ordem de produção, para que o operador que necessite desta informação saiba qual das instruções deve seguir;

**f) Proprietário:** nome da empresa proprietária do dispositivo.

**g) Revisão:** trata-se da revisão do desenho da peça. Este dado tem a função de garantir que todas as informações estejam sempre atualizadas e na última versão.

Estes são os dados gerais que devem estar descritos no documento. A partir do preenchimento destas informações, segue-se para o próximo passo, no qual se observa o desenvolvimento da instrução de trabalho em si. Nesta etapa do documento, as informações são organizadas de acordo com os passos que cada item exige para o desenvolvimento da sua soldagem, mas que devem seguir o padrão de formatação.

**a) Foto do dispositivo:** a primeira informação que se julgou importante conter neste documento, foi a foto e o código do dispositivo a ser utilizado, pois a empresa possui muitos dispositivos de solda e alguns destes são consideravelmente parecidos, podendo confundir o operador. Assim, além de economizar tempo na identificação e procura do mesmo, ele tem a certeza de estar utilizando o equipamento correto.

**b) 1º e 2º Passo:** Neste exemplo, definiu-se como 1º passo, posicionar os componentes a serem soldados. Para facilitar, foram colocados os códigos dos itens que devem ser montados para a soldagem, além da foto dos mesmos, que auxilia na visualização e evita que seja feita de outra forma, a não ser a que está descrita;

**c) 3º Passo:** no passo três, inicia-se a instrução dos pontos de soldagem das peças. Com o auxílio da foto e das indicações, o operador tem bem claro como deve realizar o trabalho, evitando soldagens fora de posição e empenamentos. Neste caso, só há pontos de solda, mas em casos onde há cordões maiores, este passo deve ser dividido em mais etapas, tantas quantas se julgar necessário para que o operador possa compreender perfeitamente como executar a solda.

Também tendo em vista que as informações dos produtos como desenho, medidas, material entre outros, podem sofrer alterações com o tempo, há uma necessidade de estas instruções manterem-se atualizadas. Por este motivo, o procedimento de trabalho da engenharia, responsável pela criação das instruções, deve receber um item adicional no qual institui a revisão de todas as instruções uma vez ao ano, para garantir que as informações cheguem sempre atualizadas ao ambiente de fábrica.

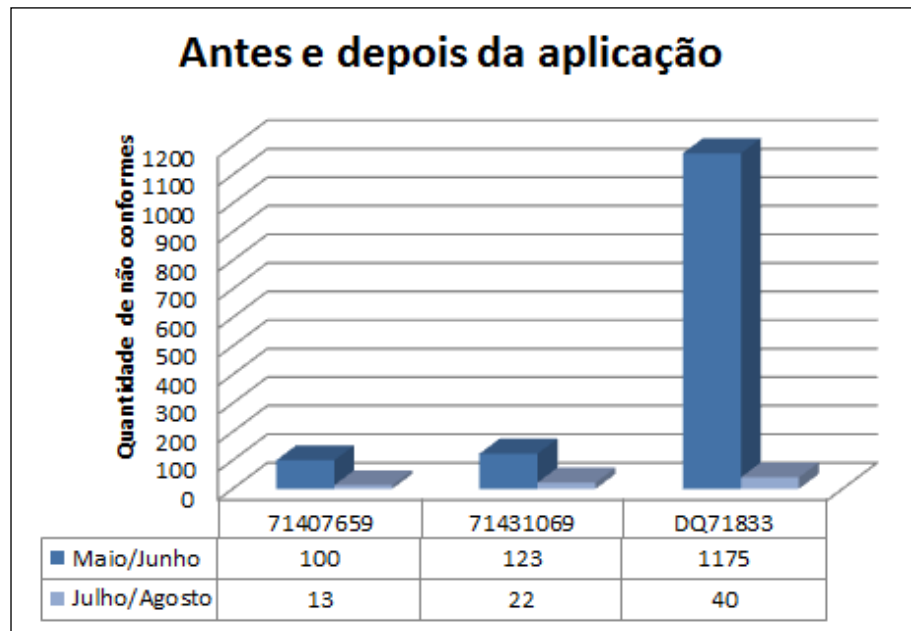
Contemplando todas as informações necessárias, as instruções devem ser disponibilizadas em uma pasta protegida que ficará em um pedestal, sempre no setor de soldagem na área da supervisão, de forma acessível a todos os soldadores.

Apesar de esta instrução ser um documento simples e de fácil entendimento, todos os operadores receberam treinamento sobre a mesma, para que saibam o significado de cada informação contida neste documento, bem como de que forma devem interpretar essas informações e que vantagens têm com a sua utilização.

#### 4.4 RESULTADOS QUANTITATIVOS OBTIDOS DO PROJETO

Em virtude dos fatos apresentados na explanação do problema, no qual foram identificados os três itens com o mais elevado número de defeitos, foram feitas as instruções de solda, conforme o modelo proposto, para os três itens e disponibilizadas aos operadores já devidamente treinados. Iniciou-se então o monitoramento dos três itens selecionados e após dois meses da implantação das instruções, pode-se formular um novo gráfico com a comparação das não conformidades encontradas nos meses de maio e junho, e nos meses após a implantação da nova instrução, julho e agosto.

Figura 21 – Antes e depois da aplicação do modelo de instrução



Fonte: Elaborado pelo autor.

O gráfico demonstra uma situação muito diferente da apresentada naquele anterior, pois os três itens tiveram uma redução significativa de não conformidades.

O Item 71407659 apresentou apenas 13 itens com defeitos, enquanto nos meses anteriores apresentou 100. O item 71431069 tivera 22 não conformes nos últimos dois meses enquanto que antes tinha apresentado 123. Já o item DQ71833, que anteriormente tivera o lote todo condenado, apresentou apenas 40 falhas, uma redução de mais de 85% dos problemas, quando comparado aos meses de maio e junho.

Estes dados comprovam a eficiência deste documento junto ao processo de soldagem, onde se identificou uma melhora significativa nos índices das não conformidades, sendo todos os objetivos do presente estudo alcançados com êxito.



## **CONCLUSÃO**

Visto que as organizações estão inseridas hoje em um cenário muito competitivo e que é válida toda a melhoria que venha a contribuir para mantê-la neste mercado, evidencia-se inicialmente que o objetivo geral do TFC foi o de desenvolver e implantar melhorias nos procedimentos dos processos de soldagem em uma empresa metalúrgica. O objetivo foi atingido conforme o item 4.4, no qual se observou a avaliação realizada na empresa após a utilização da instrução.

Deve-se ressaltar que, através do conhecimento adquirido na revisão da literatura, da compreensão do processo de produção realizado na empresa, e da pesquisa de exemplos utilizados por outras organizações, foi possível através da elaboração do modelo de instrução definir os padrões para a realização de tal processo, layout, e demais informações necessárias. Ainda destaca-se que a partir da implantação do novo procedimento de soldagem, dedicaram-se esforços ao treinamento e orientação dos operadores, atendendo a todos os objetivos específicos definidos inicialmente para o estudo.

Através do presente trabalho, foi possível proporcionar que a empresa, no que diz respeito ao processo de soldagem, estabelecesse um padrão das atividades, melhorasse o entendimento do operador e facilitasse o acesso às informações, tornando o processo muito mais confiável e reduzindo significativamente as não conformidades.

A partir destes resultados positivos, percebe-se a necessidade de estender a aplicação do modelo a outros setores, analisando as particularidades de cada processo, visando aumentar a qualidade e produtividade da empresa como um todo.

## REFERENCIAS

ASM TREINAMENTOS. **Soldagem TIG.** Disponível em: <http://www.asmtreinamentos.com.br/asm/downloads/soldador/arquivo41.pdf> Acessado em: abril de 2013.

BRACARENSE, A. Q. **Processo De Soldagem Por Resistência Elétrica – Rw.** Grupo de Robótica, Soldagem e Simulação da Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.

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

ESAB, Assistência Técnica Consumíveis. **Soldagem MIG/MAG.** Última revisão em 25 de janeiro de 2005.

FELIZARDO, I. **Processos de fabricação por soldagem.** Departamento de Engenharia Mecânica – UFMG, S/D.

FERREIRA, J. C. E. **Conceitos Básicos Sobre Planejamento do Processo.** GRIMA/GRUCON/EMC/UFSC, 2002.

GASPAR, M. P. **A melhoria continua em processos produtivos, com a utilização da tecnologia CNC, na indústria metal-mecânica – Estudo de caso de máquina CNC de corte laser de tubos metálicos, da empresa Metalúrgica GOLIN.** Trabalho de conclusão de curso \_ Faculdade de Tecnologia do Estado da Zona Leste. 2009

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

GONÇALVES, José Ernesto Lima. **As empresas são grandes coleções de processo.** RAE – Revista de Administração de Empresas, v. 40, n. 1, p. 6-19, jan./mar. 2000.

LORINI, F.J., **Tecnologia de Grupo e Organização da Manufatura,** Editora da UFSC, 1993.

MACEDO, M. M. **Gestão da produtividade nas empresas.** Revista fae business, n.3, set. p. 18 a 23, 2002.

MARTINS, W. **Introdução aos processos de soldagem.** Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia Do Maranhão, 2009.

MARQUES, P. V., MODENESI, P. J., BRACARENSE, A. Q., **Soldagem – Fundamentos e Tecnologia,** 2ª Edição, Editora UFMG, 2007.

OLIVEIRA. O. **Gestão da Qualidade - Tópicos Avançados.** Cengage Learning Editores, 2006 - 243 p.

PARANHOS FILHO, M. **Gestão da produção industrial** – Curitiba: Ibpex, 2007. 340p.

PEREIRA, E. H. **CAPP – Planejamento de processo auxiliado por computador.** Centro Universitário de Itajubá, 2010.

SANTOS, F. B. e MAINIER, F. B. **Variáveis Relevantes para a Qualidade do Processo de Soldagem de Pontos por Resistência Elétrica Utilizado na Indústria Automobilística.** III SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2006.

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Noções básicas de Processos de Soldagem e Corte – Mecânica.** ES, 1996.

SEVERIANO FILHO, C. **Produtividade & manufatura avançada.** João Pessoa. Editora Universitária. 1999.

SOLCI, A. M. **Soldagem ao arco elétrico sob Proteção gasosa - Processo MIG – MAG.** White Martins Gases Industriais 2012 – Bauru

BENEDETTI. **Planejamento do processo.** Universidade de Caxias do Sul. 2008. Disponível em: <http://mundomecanico.com.br/wp-content/uploads/2011/11/planejamento-de-processo-fabrica%C3%A7%C3%A3o-ETFAR.pdf> Acessado em: março de 2013.

VERAS, C. M. A. **Gestão da Qualidade.** Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia Do Maranhão. São Luis – Maranhão (2009).

ZACCARELLI, Sérgio B.: **Administração Estratégica da Produção.** Atlas, São Paulo, 1990.