



Adair José Jung

**DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO DE FIXAÇÃO
PARA A REALIZAÇÃO DE SOLDAGEM ROBOTIZADA**

**Horizontina
2015**

Adair José Jung

**DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO DE FIXAÇÃO PARA A
REALIZAÇÃO DE SOLDAGEM ROBOTIZADA**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, pelo Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Anderson Dal Molin, Me.

Horizontina

2015

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

**DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO DE FIXAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO
DE SOLDAGEM ROBOTIZADA**

Elaborada por:

Adair José Jung

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

**Aprovado em:18/12/2015
Pela Comissão Examinadora**

**Prof. Me. Anderson Dal Molin
Presidente da Comissão Examinadora – Orientador**

**Prof. Dr. Richard Thomas Lermen
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Prof. Me. Valtair de Jesus Alves
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Horizontina
2015**

DEDICATÓRIA

A Deus pela existência, aos pais, professores, colegas e amigos que de alguma forma contribuíram nesta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Aos professores por transmitir parte do conhecimento, aos colegas e amigos pelos momentos jocosos que tornaram a caminhada menos entediante e a tornaram plausível.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original”.

Albert Einstein

RESUMO

Dispositivos de soldagem são estruturas temporárias usadas para indexar componentes para serem unidos, garantindo suas dimensões e portanto sua qualidade. O objetivo deste trabalho é a construção de um dispositivo de fixação para soldagem para soldagem robotizada de componentes a ser utilizado em uma indústria metalúrgica localizada na cidade de Santa Rosa/RS, Processo realizado atualmente com auxílio de dispositivos de fixação e soldagem manual porém que não consegue suprir a produção e pôr a empresa já possuir robôs em sua planta industrial, optou-se em construir um dispositivo de fixação para usá-lo na soldagem robotizada. Diante destas questões foi avaliada o melhor layout, formas de fixação, arranjo físico, materiais a serem usados na confecção, esboços feitos em software SolidWorks, além de uma revisão bibliográfica para levantar informações sobre dispositivos já existentes no mercado. Tendo sido o mesmo executado na própria empresa com materiais e processos e produtivos existentes Como resultado deste trabalho foi elaborado um dispositivo de fixação para solda robotizada sendo este instalado numa célula de soldagem e sua produção avaliada e comparada a dados obtidos do sistema ERP da empresa e que tem como resultado o aumento na produção e redução nos custos dos produtos soldados.

Palavras-chave: Soldagem. Dispositivo de fixação, Indexação

ABSTRACT

Welding devices are temporary structures used to index components to be joined, ensuring its dimensions and therefore its quality. The objective is to build a fixture for Welding Robot welding components to be used in a metallurgical plant located in the city of Santa Rosa / RS, process currently carried out with the aid of clamping devices and manual welding however not can meet the production and put the company already has robots in its manufacturing plant, it was decided to build a fixture to use it in robotic welding. Faced with these issues was evaluated the best layout, mounting forms, physical arrangement, materials to be used in the making, made sketches in SolidWorks software, and a literature review to gather information on existing devices on the market. Having the same run in the company to materials and processes and production there existing As a result of this work we constructed a clamping device for robotic welding which is installed in welding cell and its rated production and compared to data obtained from the ERP system company and that results in increased production and reduced costs of products soldiers.

Keywords: Welding, Fixation device, indexing

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Comportamento da região soldada comum X tempo. Fonte: Modenesi (2001).....	13
Figura 2 Alguns tipos de distorções. Fonte: adaptado autor.....	14
Figura 3 Funcionamento de um grampo de fixação. Fonte: kifix.....	16
Figura 4 Torpedos de fixação. Fonte: Kifix.....	17
Figura 5 Representação de um Centrador.....	17
Figura 6 Ilustração de um encosto.	18
Figura 7 Dispositivo de soldagem robotizado. Fonte: Feb robotics.....	19
Figura 8 Dispositivo de solda semi automático. Fonte: Adaptado de Fluipress.....	20
Figura 9 Dispositivo de solda sob Cavalete Giratório Fonte: Geometric.....	21
Figura 10 Dispositivo para soldagem sob Bancada. Fonte: Promatech.....	21
Figura 11 Desenho técnico do componente a ser soldado. Fonte: Adaptado pelo autor.....	23
Figura 12 Esboço prévio do componente a ser soldado.....	24
Figura 13 Ilustração da montagem do centrador, porca e grampo de fixação.....	25
Figura 14 Ilustração das formas de fixação.	26
Figura 15 Ilustração do encosto e grampo na montagem.	27
Figura 16 Esboço final do dispositivo de fixação para soldagem.....	29
Figura 17 Dispositivo montado e instalado dentro da célula robotizada.	31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.2 JUSTIFICATIVA	11
1.3 OBJETIVOS.....	11
1.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 DISTORÇÕES NA SOLDAGEM	13
2.2 MÉTODOS DE FIXAÇÃO.....	14
2.3 CONSTITUINTES DE DISPOSITIVOS DE FIXAÇÃO PARA SOLDAGEM	16
2.3.1 Grampos de Fixação.....	16
2.3.2 Torpedos.....	17
2.3.3 Localizadores e centradores.....	17
2.3.4 Encostos	18
2.4 TIPOS DE DISPOSITIVOS	19
3 METODOLOGIA.....	22
3.2. Esboço prévio.....	24
3.3 Tamanho físico disponível na célula de soldagem robotizada	24
3.4 NECESSIDADES DE FIXAÇÃO.....	25
3.4.1 Dispositivos de fixação	28
3.4.2 Aços usados na confecção	28
3.4.3 esboço final	29
3.4.4 Materiais e equipamentos necessários.....	30
3.4.5 Montagem.....	31
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	32
5 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ANEXO-A CÉLULA DE SOLDA ROBOTIZADA.....	37
ANEXO-B DESENHO DEMONSTRATIVO DAS DIMENSÕES DO CENTRADOR	37
ANEXO-C DESENHO DEMONSTRATIVO DAS DIMENSÕES DO ENCOSTO	38

1. INTRODUÇÃO

Nos componentes soldados muitas vezes ocorrem distorções advindas do aquecimento localizado provocado pelo processo, para minimizar estas distorções são usados dispositivos de fixação. Estes dispositivos são meios de restringir o movimento dos componentes pelo aquecimento e sucessivo resfriamento fazendo que as peças produzidas mantenha suas dimensões dentro dos limites de tolerância exigidos no projeto.

Tais dispositivos podem ter os mais variados formatos e dimensões de acordo com a peça a ser soldada, serem usados tanto para solda manual como robotizada, diante de uma necessidade vista numa indústria metalúrgica na cidade de Santa Rosa/RS. que possui o processo de soldagem manual realizado com o auxílio de dispositivos de fixação, porém que não consegue atender a demanda optou-se em produzir um dispositivo para ser usado na solda robotizada para tanto precisa-se definir suas dimensões, formas de fixação, tolerâncias de fabricação tendo como fonte de pesquisa a bibliografia consultada e as informações já existentes no processo que é realizado na empresa.

1.2 JUSTIFICATIVA

A construção deste dispositivo de fixação se justifica pelo fato de o processo de soldagem manual realizado já com auxílio de dispositivos de fixação não conseguir suprir a demanda de determinado item produzido, optando-se desta forma pelo processo robotizado para tanto necessita produzir um dispositivo devidamente preparado para este fim.

Justifica-se o uso de dispositivos de fixação na soldagem para diminuir as deformações advindas do calor durante o processo de soldagem, tais dispositivos podem ser desde simples grampos a modernos sistemas eletrônicos ou pneumáticos e podem ser usados tanto na soldagem manual, semi automatizada ou até robotizada.

Este trabalho visa fornecer informações suficientes para a confecção de um dispositivo que possa ser usado no processo de soldagem robotizada que atenda as principais solicitações de produtividade e qualidade.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um dispositivo de fixação de peças para soldagem, com o intuito de indexar os componentes da peça suporte do filtro produzido pela empresa a ser soldado em uma célula de solda robotizada.

1.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Pode-se destacar como objetivos específicos seguinte forma.

- Definir as necessidades de fixação dos componentes que formarão o suporte do filtro peça para qual se pretende construir o dispositivo de fixação;
- Verificar os materiais necessários para a confecção do dispositivo de soldagem;
- Definir as dimensões para a fabricação do dispositivo;
- Definir tolerâncias necessárias para a fabricação do dispositivo;
- Construir o dispositivo e instalá-lo devidamente;
- Comparar a eficiência entre o antigo método de produção com solda manual e o novo processo robotizado.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este referencial visa trazer informações já descritas por autores sobre as distorções na soldagem, como elas ocorrem, porque ocorrem e como podem ser amenizadas

2.1 DISTORÇÕES NA SOLDAGEM

Modenesi (2001) nos afirma que distorções são alterações da peça soldada devido principalmente as deformações térmicas sofridas pelo material durante a soldagem conforme Fig. 1 observando também que estes podem ser minimizados ou corrigidas através de dispositivos de fixação.

A soldagem por se tratar de um processo com aporte térmico localizado na região do cordão tende a desenvolver fortes tensões estruturais no componente a ser soldado, que podem se manifestar de inúmeras formas, dentre as quais pode-se citar as distorções que afetam o dimensional da peça a ser fabricada. Podendo inclusive afetar completamente sua funcionalidade.

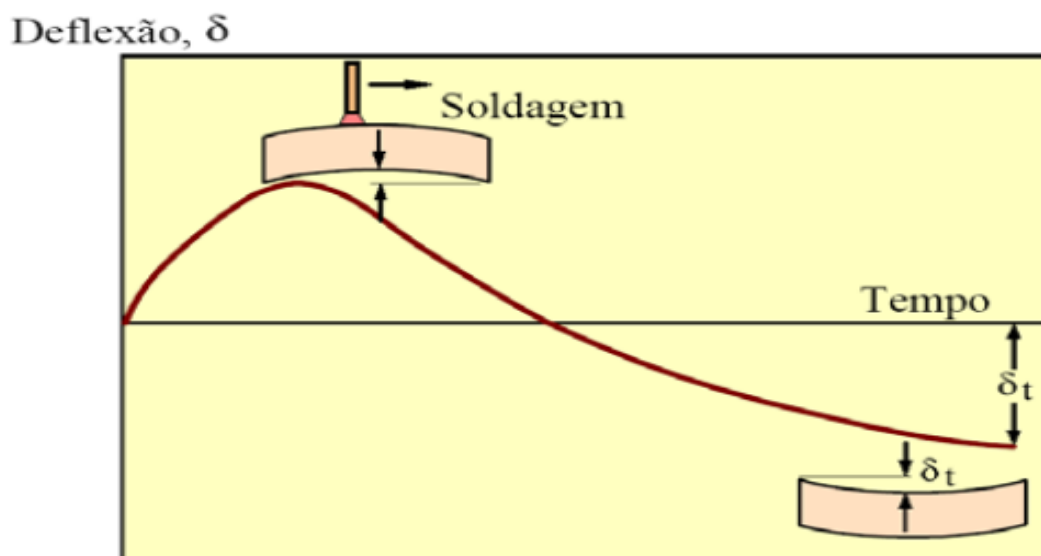


Figura 1 Comportamento da região soldada comum X tempo. Fonte: Modenesi (2001)

Segundo Okumura (1982), as deformações decorrentes do processo de soldagem diminui a precisão dimensional, além de influenciar na redução da resistência estrutural do material podendo inclusive afetar a função principal do componente a ser produzido.

Segundo Masubuchi (1991), na soldagem tipicamente pode resultar em vários tipos de deformação tal como contrações transversais, longitudinais e distorções angulares, rotacionais e de flambagem. Conforme Figura 2.

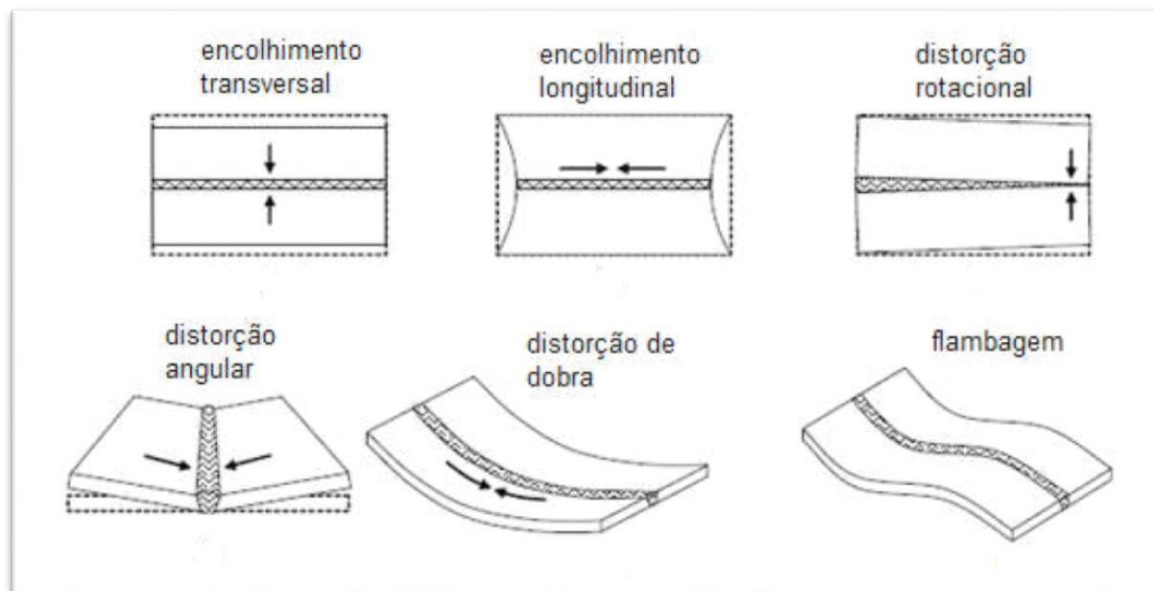


Figura 2 Alguns tipos de distorções. Fonte: adaptado autor

Tais distorções podem ser resolvidas de diversas formas como calibração posterior, reaquecimento localizado, mas o método mais vantajoso economicamente é o de fixar a peça em dispositivos de fixação fazendo com que está se deforme menos sob ação do calor durante o processo de soldagem. Para que assim possa ficar dentro das tolerâncias de projeto.

2.2 MÉTODOS DE FIXAÇÃO

Segundo Soares (2006), No processo de soldagem comumente utilizam-se estruturas temporárias chamadas de gabaritos. Para localizar e indexar os componentes durante o processo, garantindo assim, a qualidade dos produtos mantendo as suas tolerâncias após o processo de soldagem devido ao aporte de calor gerado pelo processo, que pode causar distorções indesejadas nos componentes fabricados.

Conforme (AWS,1987) os fixadores devem ser definidos com as seguintes condições:

- Acessibilidade as juntas a serem soldadas;
- Rigidez superior a do conjunto montado;
- Protegidos dos respingos;
- Ter o mínimo de solda temporária;
- Facilidade de remoção a fixação após a soldagem.

Em geral os fixadores de soldagem podem ter diversas funções desde serem guias das peças a unir, garantir o suporte das peças e fixarem as peças nos locais apropriados, para que o produto final cumpra as especificações definidas quando do desenvolvimento do produto (BOYES; BAKERJIAN ,1989).

Desta forma o dispositivo de soldagem é uma ferramenta útil ao processo de solda pois indexa os componentes a serem unidos na devida posição, impedindo também que este se movam durante o processo, sob o efeito da contração térmica, ao mesmo tempo que tira do operador a necessidade de segurar componentes ou ainda fazer medições durante o processo aumentando desta forma. Podendo ser usado no processo de soldagem manual, automatizado ou robotizado.

2.3 CONSTITUINTES DE DISPOSITIVOS DE FIXAÇÃO PARA SOLDAGEM

Descrição breve dos principais constituintes de fixação existentes os quais são comumente usados em dispositivos de soldagem que tem a finalidade de indexar os componentes na devida posição contrapondo ou minimizando a deformação gerada, durante o processo, mantendo principalmente suas dimensões e portanto sua qualidade futura.

2.3.1 Grampos de Fixação

O sistema de fixação rápido segundo fabricante Kifix sua origem deu-se nos Estados Unidos da América em 1936. Hoje conta inúmeros fabricantes e modelos no mundo. Ao decorrer do tempo recebeu denominações variadas, como por exemplo: presilha, prensa manual, fixador, grampo “CLAMP –USA”.

Esse mecanismo consiste em uma articulação de três pontos conhecida como “ação de joelho ou cotovelo” Conforme Figura. 3, a qual proporciona um travamento mecânico que gera uma força de retenção contrária ao esforço aplicado e que só se destrava se acionado propositalmente, servindo assim para manter o posicionamento das peças durante o processo de solda.

Os grampos são encontrados na grande maioria dos dispositivos de fixação para soldagem pode-se encontrar estes de forma manual como também em derivações de forma hidráulica ou pneumática destinadas para o mesmo fim.

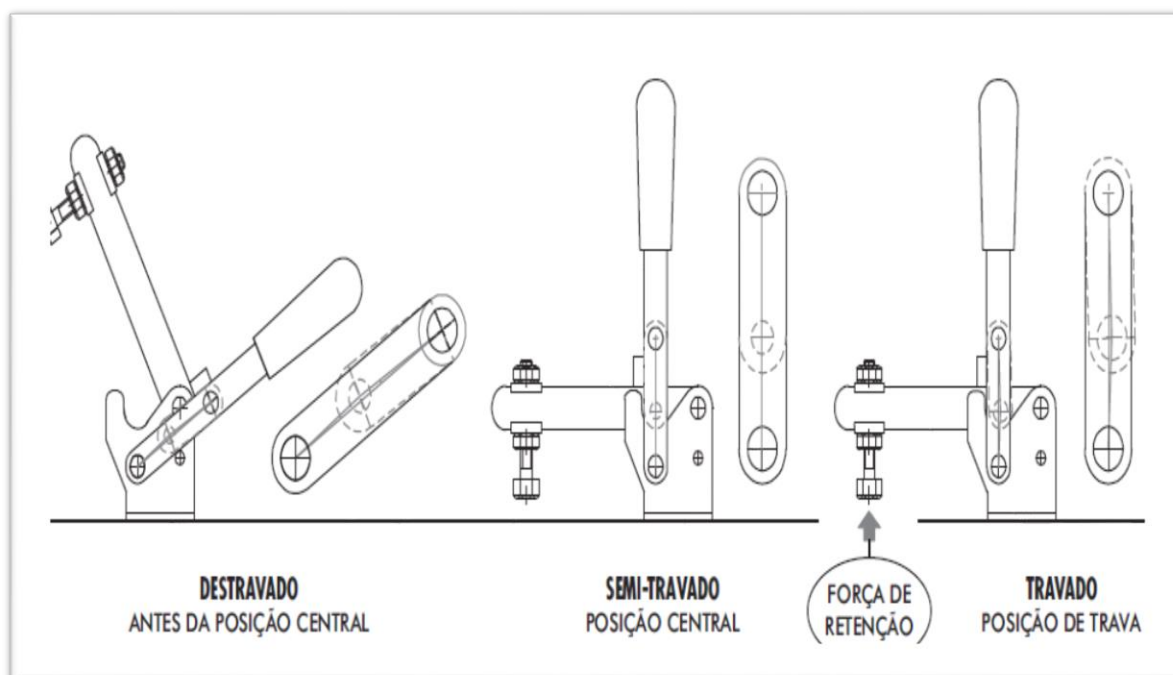


Figura 3 Funcionamento de um grampo de fixação. Fonte: kifix

2.3.2 Torpedos

Também de acordo com o fabricante kifix são de formato e função similar aos grampos tem a função de criar uma força de retenção capaz de manter fixos os componentes a serem soldados durante o processo de soldagem, abrindo somente com a ação voluntária do operador a Figura.4 nos mostra um torpedo.



Figura 4 Torpedos de fixação. Fonte: Kifix

2.3.3 Localizadores e centradores

São partes constituintes dos dispositivos de fixação geralmente formato similar a peça a ser encaixada, bastante usados para centrar porcas mas pode ter outras finalidades também, tendo a finalidade de localizar componentes a serem soldados na posição ou distancia determinada no projeto do produto a ser soldado. A Figura. 5 nos mostra um centrador usado para soldar porcas.

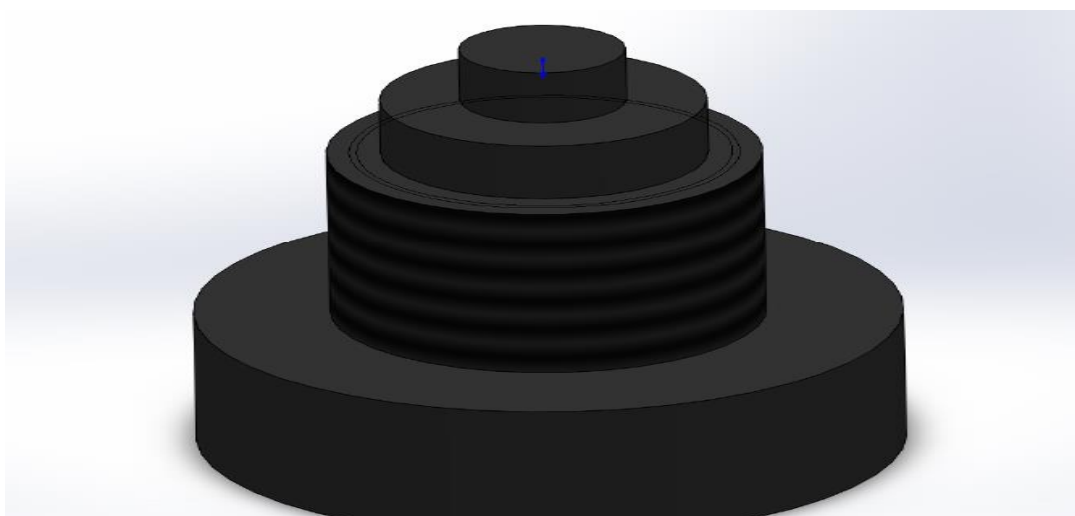


Figura 5 Representação de um Centrador.

2.3.4 Encostos

Podem ter os mais diversos formatos de acordo com a aplicação e tem a finalidade de reter e acomodar os componentes na posição desejada geralmente são usados em conjunto com grampos e torpedos a Figura. 6 nos mostra um encosto. Em determinadas situações exige-se que estes sejam de materiais especiais ou tratados termicamente para minimizar seu desgaste.

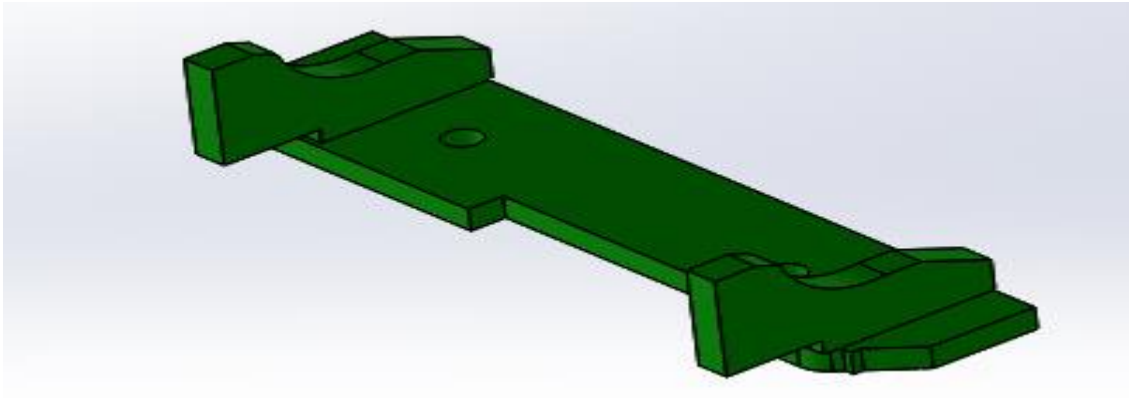


Figura 6 Ilustração de um encosto.

2.4 TIPOS DE DISPOSITIVOS

Aqui será apresentada de maneira sucinta alguns tipos dispositivos de fixação para soldagem existentes no mercado através de informações coletadas de catálogos de alguns fabricantes. Dentre os quais pode-se citar:

- Dispositivos de solda robotizada

Na soldagem semiautomática ou automática, os produtos devem ser fixados e posicionados adequadamente, para que o soldador ou sistema de soldagem possa executar a soldagem sem interrupção. Para isso são usados fixadores e posicionadores que podem ser desde simples mesas estacionárias com dispositivos de fixação através de grampos manuais, até sofisticados sistemas servo-motorizados com alimentação e descarga automática (MOTA, 1992).

De acordo com a empresa FEB Robotics (2015) ferramentais para solda robotizada são produzidos de acordo com o projeto e necessidade do cliente visando sempre o melhor acesso possível do manipulador e tocha. A Figura. 7 mostra um dispositivo de soldagem robotizada.



Figura 7 Dispositivo de soldagem robotizado. Fonte: Feb robotics

- Dispositivos semiautomáticos

Dispositivos semiautomáticos são munidos de pinos, encaixes, apertos, guias lineares e prismáticos, sua movimentação é feita automaticamente além do giro da mesa dando assim mais agilidade permitindo assim o acesso a todos os locais que necessitam ser soldados e para dar rentabilidade ao trabalho. A Figura. 8 mostra um dispositivo semiautomático.



Figura 8 Dispositivo de solda semi automático. Fonte: Adaptado de Fluipress

- Dispositivo para soldagem com cavalete giratório

Segundo Geometric equipamentos (2015) dispositivos com cavalete giratório são usados em peças de médio e grande porte, são munidos de rodízios além de sistema giratório que permite o soldador regular a altura e posição para poder alcançar todos os pontos a serem unidos, podem também serem semi automatizados. A Figura. 9 nos mostra um dispositivo de soldagem com cavalete giratório.

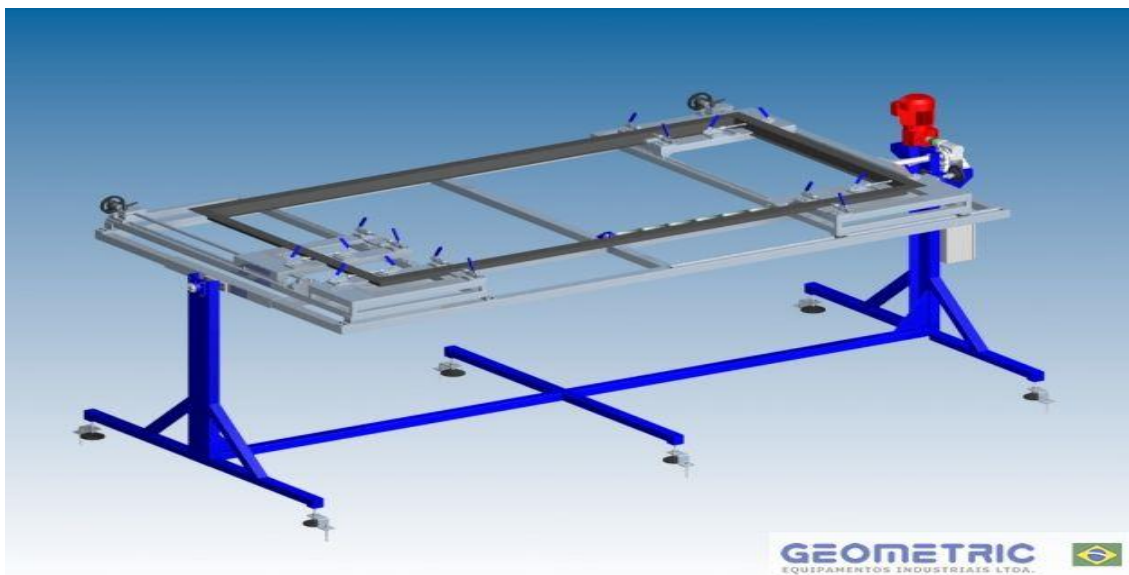


Figura 9 Dispositivo de solda sob Cavalete Giratório Fonte: Geometric

- Dispositivos de fixação para bancada

Consistem em dispositivos de pequeno porte concebidos com o intuito de facilitar a montagem e soldagem de pequenos componentes, para isto são depositados sobre mesas ou bancadas para facilitar desta forma o manuseio e o trabalho. A Figura. 10 mostra um dispositivo de fixação para soldagem sob bancada.



Figura 10 Dispositivo para soldagem sob Bancada. Fonte: Promatech

3 MÉTODOLOGIA

Aqui serão explanados os critérios e métodos utilizados para a elaboração do dispositivo de fixação para realização de soldagem robotizada dentre as quais pode se enumerar.

Necessidade de incremento de produtividade do setor de solda devido ao componente suporte do filtro, uma peça produzida para uma empresa montadora de máquinas agrícolas que detém o projeto do mesmo, processo manual hoje realizado com o auxílio de dispositivo de fixação e soldagem manual porém que não consegue suprir toda demanda.

Portanto a necessidade de analisar o processo atual para verificar possíveis melhorias a serem acrescentadas no projeto novo, para isto parte-se de um estudo prévio da peça a ser fabricada para verificar as tolerâncias do projeto para verificar a necessidade de indexação e respectivo acesso da tocha dentro do dispositivo, a posição em que será soldada para verificar a possibilidade de múltiplas peças, necessidade de extração dos componentes após o processo visando atender a produtividade tendo em visão que a soldagem será robotizada.

Medição para verificar o espaço físico disponível dentro da célula de soldagem robotizada para acomodação do respectivo dispositivo depois de montado e instalado.

Criação em software do esboço do componente a ser soldado bem como de todo dispositivo e seus respectivos componentes para visualização das necessidades de fixação e todo material necessário.

Verificadas todas as necessidades de materiais e componentes parte-se para a Fabricação dos mesmos dentro das tolerâncias estabelecidas no projeto e respectivos desenhos técnicos, montagem do dispositivo de fixação para soldagem bem como sua devida instalação dentro da célula de soldagem robotizada.

Comparação entre os tempos de produção e dados obtidos no ERP da empresa do processo de soldagem manual e o processo robotizado além de medições realizadas em amostras produzidas para verificar a viabilidade de ambos os processos.

3.1 METODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Este peça produzida na empresa de estudo do caso consiste no suporte do filtro de ar conforme Figura 11 que o sustenta o filtro de ar em maquinas montadas por clientes desta empresa, sendo constituído de duas chapas metálicas e uma porca unidas através de solda para darem formato e resistência ao conjunto.

Através de uma análise minuciosa do desenho técnico e do processo de solda atual que é manual e não consegue atender completamente a demanda de produção e pelo fato de existir na empresa o processo de solda robotizado se optou pela produção de um dispositivo de fixação para ser usado especificamente numa célula de soldagem robotizada.

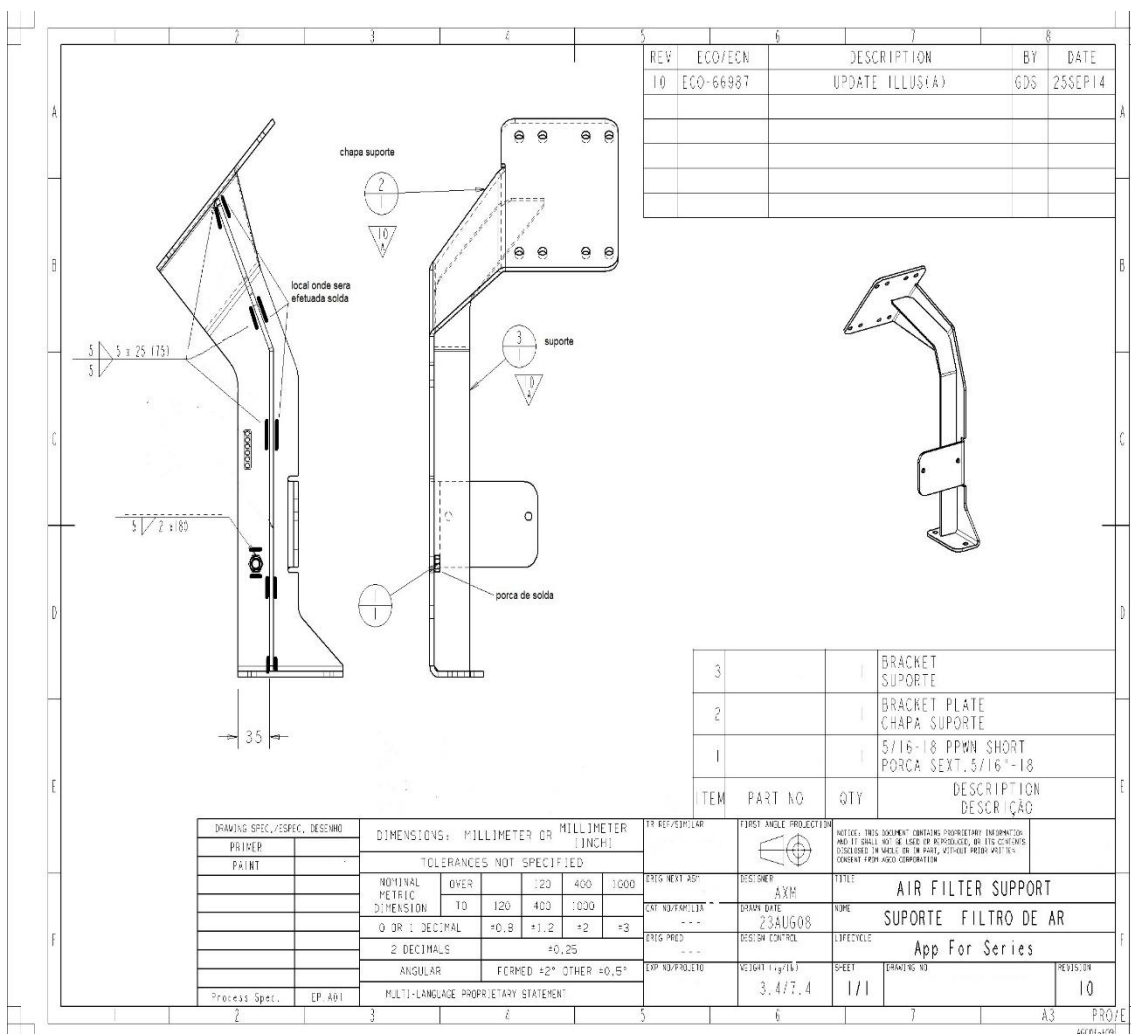


Figura 11 Desenho técnico do componente a ser soldado. Fonte: Adaptado pelo autor

3.2. Esboço prévio

Esboço prévio em software SolidWorks do componente a ser soldado conforme Fig. 12, consegue dar uma ideia como terá de ser o dispositivo para indexar corretamente este dispositivo e trará uma estimativa do materiais necessários para a construção do mesmo, além de já criar todo detalhamento dos componentes a serem produzidos.

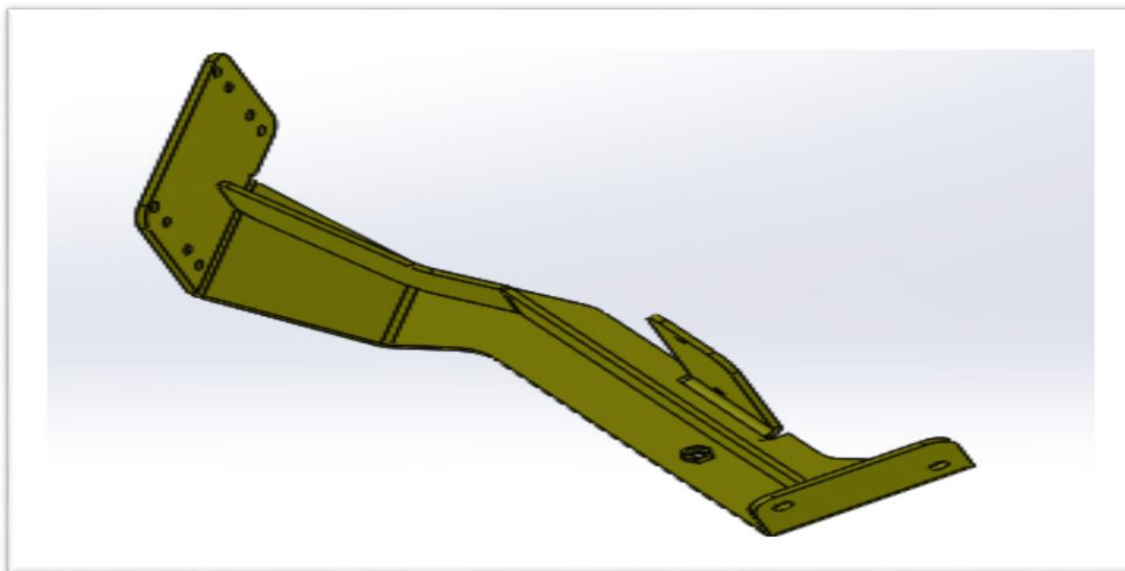


Figura 12 Esboço prévio do componente a ser soldado.

3.3 Tamanho físico disponível na célula de soldagem robotizada

Tendo sido levantado que existe o espaço útil de aproximadamente 2000 mm x 800 mm dentro da célula robotizada pode-se propor uma base 1025 mm x 725 mm para montar a estrutura em questão, pelo fato de com o processo robotizado poder-se trabalhar com múltiplas peças vê-se a possibilidade de montar 4 conjuntos sobre o dispositivo com o intuito de aproveitar setup a partir desta necessidade então passar a fazer esboços em software SolidWorks para visualizar a acessibilidade da tocha de solda dentro do dispositivo além de estimar a necessidade de materiais.

3.4 NECESSIDADES DE FIXAÇÃO

Através do esboço vê-se a necessidade de soldar uma porca sobre o conjunto suporte do filtro portanto a necessidade de colocar um centrador conforme Figura. 13 para guiar a chapa e a porca além de um grampo para criar uma força de retenção para mantê-las fixas até o momento de serem soldadas. Também se ver a necessidade de temperar o centrador afim de evitar desgastes durante sua vida útil, detalhes da reais dimensões e tolerâncias de fabricação Conforme. Anexo B

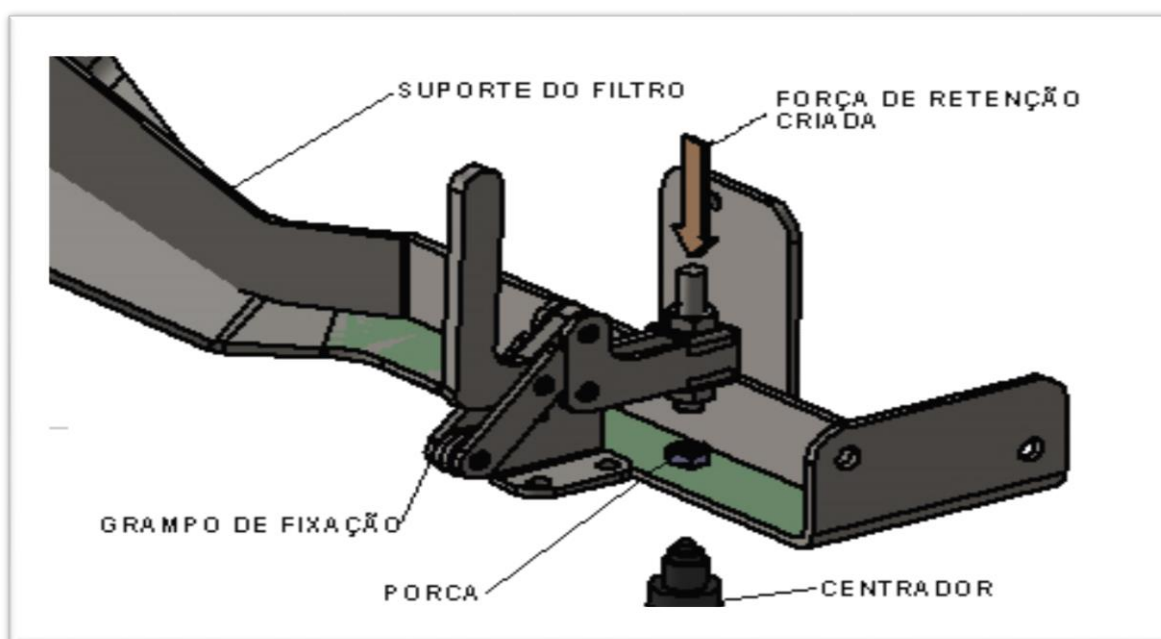


Figura 13 Ilustração da montagem do centrador, porca e grampo de fixação.

Analisando o componente em questão vê-se também a necessidade manter o perpendicularismo da superfície A com a superfície B após o conjunto estar soldado portanto devem as duas superfícies serem indexadas, para a superfície A foi colocada um encosto sob o qual foi colocado um grampo que criara uma força de retenção nesta direção, para a superfície B será usada a mesma força de retenção já criada anteriormente para segurar a porca, que fará com esta força seja transferida contra a base do gabarito mantendo fixa durante o processo de soldagem conforme Figura.14

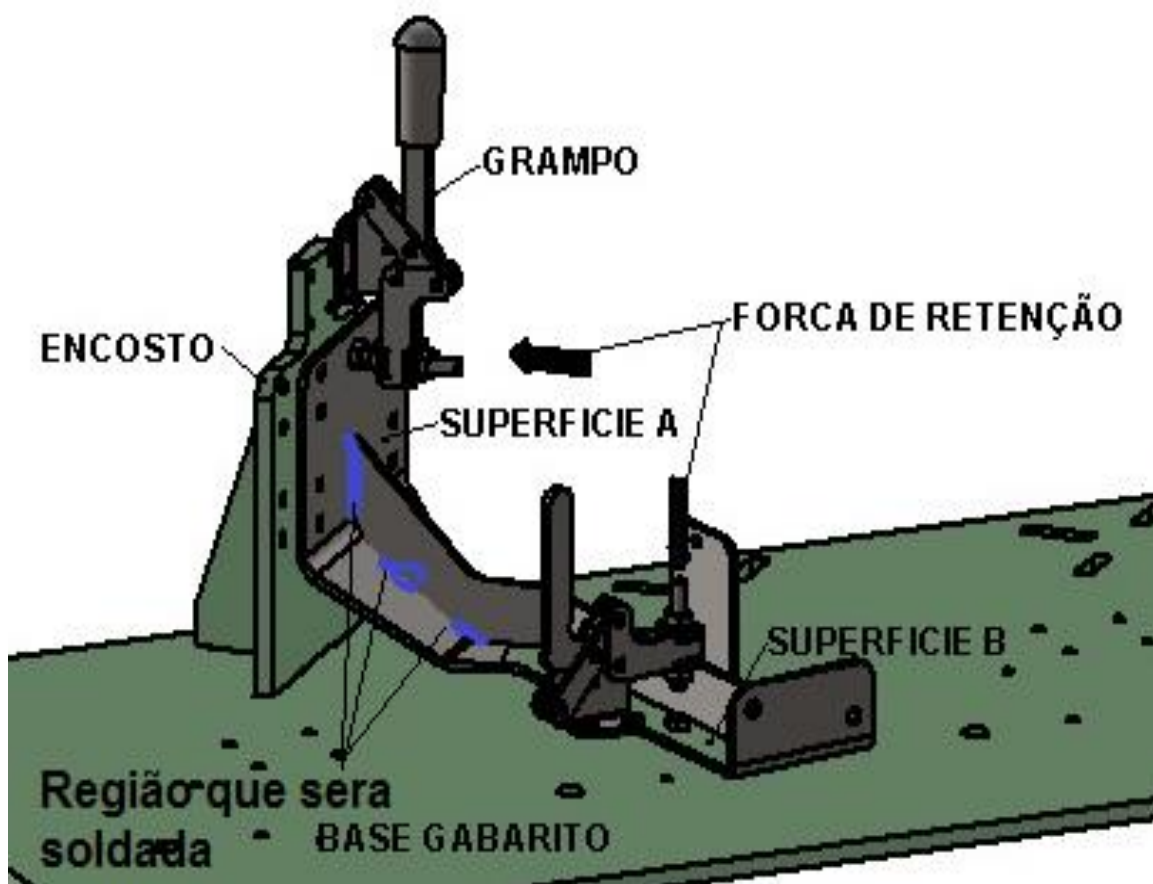


Figura 14 Ilustração das formas de fixação.

Da mesma forma o componente chapa deverá ficar a 35 mm do componente chapa suporte além de ficar na perpendicular com esta para tanto deve-se colocar um encosto contraposto a um torpedo para criar uma força de retenção nesta direção para limitar esta distância e para mantê-la assim durante todo o processo de soldagem minimizando desta forma possíveis distorções. Conforme Figura. 15. Ter-se também a necessidade de temperar determinadas regiões do mesmo afim de evitar desgaste e a adesão de respingos, detalhes das reais dimensões, tolerâncias de fabricação do encosto e os locais onde será realizada a tempera conforme Anexo C. lembrando a necessidade de extrair os componentes após a soldagem bem como acessar todos os locais onde será efetuada a solda com o manipulador e tocha do robô.

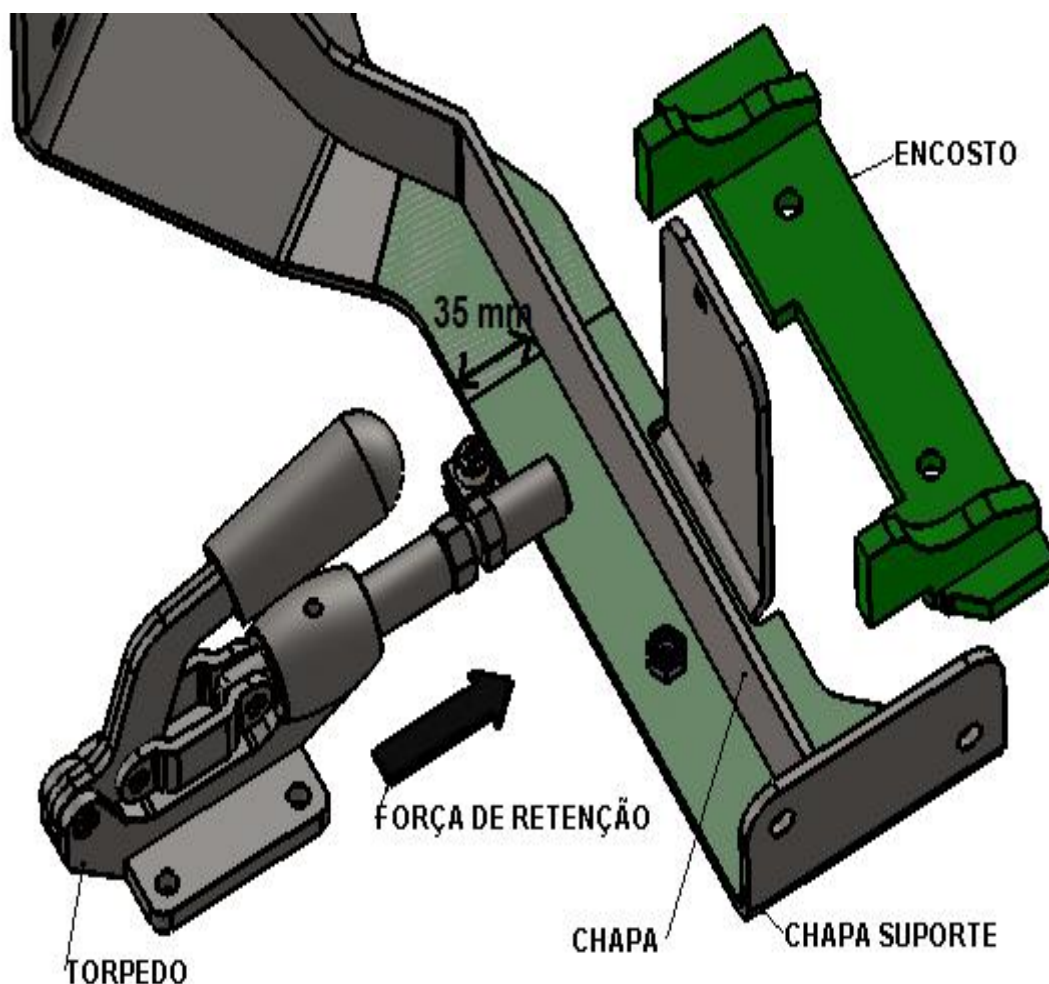


Figura 15 Ilustração do encosto e grampo na montagem.

Através de uma análise da tabela de tolerância do projeto conforme Quadro. 1 ter-se observado que as tolerâncias de fabricação dos componentes do dispositivo devem ser menores que do conjunto a ser soldado para minimizar as distorções e caso que ainda ocorram fiquem dentro das faixas requeridas no projeto, ou seja todas as dimensões dos encostos e centradores devem ser menores que 0,8 mm que é a menor tolerância do conjunto a ser soldado.

DIMENSÃO NOMINAL	DE	120	400	1000
mm	ATE	120	400	1000
0 A 1 DECIMAL		+ -0,8	+ -1,2	+ -2
2 DECIMAIS		+ -0,25		
ANGULAR		FORMADOS +2'	DEMAIS +- 0,5'	

Quadro 1 Tolerancias do conjunto a ser soldado.

3.4.1 Dispositivos de fixação

Para a fixação dos componentes a serem soldados sobre o gabarito foram usados grampos e torpedos que segundo seu fabricante possuem capacidade de segurar 400 e 500 kgf, que tiveram suas manoplas modificadas em parte para atender as questões de acessibilidade da tocha dentro do dispositivo de fixação.

3.4.2 Aços usados na confecção

Para fabricação de ferramentais resistentes ao calor, abrasão e com boa estabilidade dimensional os fabricantes de aços propõem em seus manuais os mais diversos tipos de aços.

Optou-se pelo aço SAE 1045 usado para compor toda base estrutural do dispositivo e seus diversos componentes, por ser um aço usual na empresa, além de se ter a necessidade de temperar determinadas regiões do dispositivo, afim de minimizar o desgaste além de diminuir a aderência de respingos nestas regiões.

3.4.3 esboço final

Visualizadas todas as formas de fixação necessárias parte-se para esboço do dispositivo de fixação para visualizar o tamanho aproximado que o mesmo se tornara Conforme. Figura.16 e todos os materiais necessários para efetuar a montagem Conforme. Quadro 2.

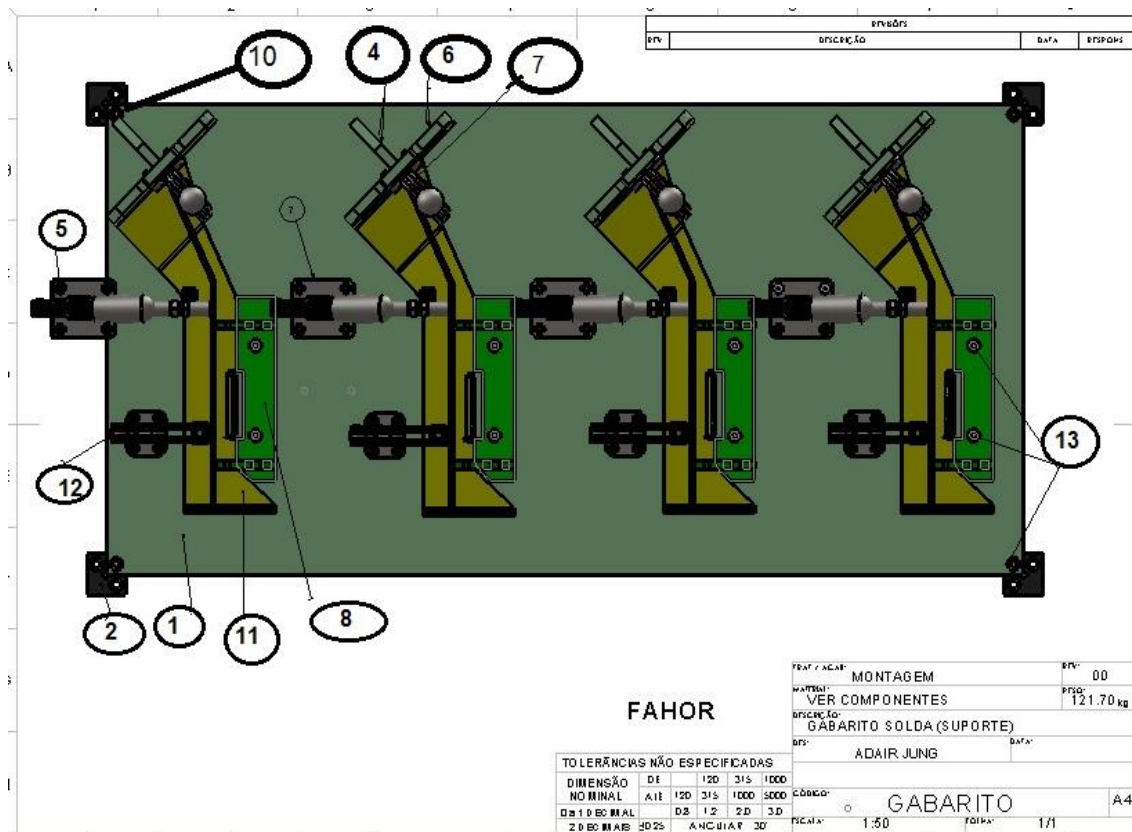


Figura 16 Esboço final do dispositivo de fixação para soldagem.

Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	Base gabarito	BASE GABARITO	1
2	APOIO GABARITO	APOIO GABARITO	4
3	LIMITADOR	LIMITADOR	4
4	ESCORA	ESCORA	4
5	KF-052	GRAMPO	4
6	APOIO	APOIO	4
7	KF-531 D	GRAMPO	4
8	ENCOSTO	ENCOSTO	8
9	CENTRADOR	CENTRADOR	4
10	PF ALLEN M10X20	PARAFUSO ALLEN M10X20	12
11	SUPORE DO FILTRO	SUPORE DO FILTRO	4
12	KF-532 D	GRAMPO ADAPTADO	4
13	PF AL M8x20	Parafuso Allen M8x20	48

Quadro 2 necessarios pra montagem do dispositivo.

3.4.4 Materiais e equipamentos necessários

Definidos os materiais a serem usados, adquiridos os grampos, torpedos e parafusos para a fixação do dispositivo a ser montado.

Tendo estes passos sido cumpridos tem-se uma noção básica do que se está fazendo podendo então planejar os processos produtivos necessários para a confecção do dispositivo dentre os quais pode-se citar;

- Corte laser para as todas as chapas necessárias;
- Torno mecânico convencional para usinagem dos centradores e ajustes necessários;
- Fresadora para desbaste, rebaixo e esquadreamento de componentes;
- Furadeira para confeccionar os furos e roscas necessárias para fixação dos componentes;
- Montagem para, alinhar ajustar e instalar todos os componentes sobre a ferramenta;
- Processo de soldagem para unir determinados componentes do dispositivo;
- Processo de tempera para temperar os encostos e centradores para minimizar o desgaste e adesão de respingos durante a vida útil da ferramenta.

3.4.5 Montagem

Tendo sido fabricados e adquiridos os materiais necessários tais como grampos e parafusos parte-se para a montagem final do dispositivo. Além da sua instalação dentro da célula de soldagem Conforme Figura 17 mostra dispositivo instalado já instalado.

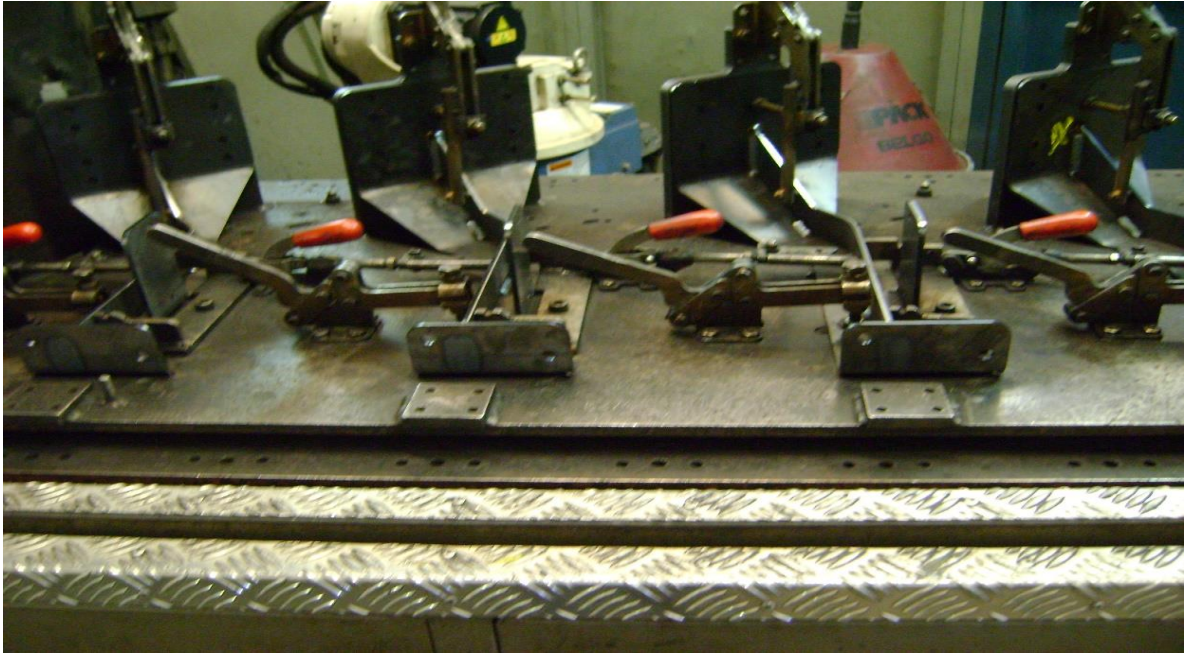


Figura 17 Dispositivo montado e instalado dentro da célula robotizada.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir do esboço foram produzidos os componentes com tolerâncias de fabricação menores que o componente suporte do filtro, produto ao qual se destina o dispositivo de fixação ser produzido, tendo sido soldados e temperados os encostos. Sendo realizada a montagem dos grampos e torpedos de fixação adquiridos, resultando num dispositivo de fixação com as seguintes dimensões 1025 mm x 725 mm x 280 mm com aproximadamente 121,7 kg de massa, a ser instalado dentro de uma célula de solda robotizada Conforme anexo A.

Tendo sido possível no arranjo físico do projeto montar 4 conjuntos a serem soldados no set up que facilitara o acesso da tocha, extração das peças prontas e que também implicara em aumento significativo de produtividade.

Dados obtidos do sistema ERP da empresa mostram que o custo de produção da solda manual é de R\$ 40 enquanto que o processo robotizado custa em torno de R\$ 105.

Tendo sido levantado o tempo de produção do componente pela solda no método manual pode-se observar cada peça levava 1,55 min para ser montada e soldada. Hoje pelo método robotizado para produzir 4 peças em um único set-up o robô leva 1,47 min ou seja 0,3675 min por peça. Ou seja houve um incremento de produção de mais de 4 vezes do processo anterior manual para o atual robotizado.

Com base neste dados segue a Tabela 1 que mostra que com a substituição do processo manual pelo robotizado há uma diminuição no custo de produção na soldagem de R\$ 0,39 por peça.

CUSTOS DA SOLDAGEM			
SOLDA MANUAL	TEMPO POR PEÇA min	SOLDA ROBOTIZADA	TEMPO POR PEÇA min
R\$ 40,00	1,5500	R\$ 105,00	0,3675
CUSTO POR PEÇA	R\$ 1,03	CUSTO POR PEÇA	R\$ 0,6431
	DIFERENÇA	R\$ 0,3902	

Tabela 1 Custos da soldagem.

Os componentes produzidos por ambos os processos foram medidos num braço de medição tridimensional marca Faro modelo EDGE. Sendo coletado e medido, um lote de 4 peças produzidas pelo processo de soldagem manual e seus resultados dispostos na Tabela 2 para solda manual e a Tabela 3 traz os dados obtidos pelo processo robotizado sendo medido um lote 8 peças sendo que todas peças medidas foram consideradas aprovadas conforme tolerâncias do projeto do cliente. Pode-se através desta análise que as medidas obtidas na soldagem do componente suporte do filtro, são similares e dentro da tolerância que indica que ambos os processos podem ser utilizados, a vantagem que sobressai no processo robotizado é a velocidade de trabalho e a diminuição no custo de soldagem.

PROCESSO DE SOLDA MANUAL								
	medida	nominal	Tol+	Tol-	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4
Plan A /Plan B	Grau	90	2'	2'	89,8	89,9	90,2	89,4
Cir/Cir	mm	6,1	0,8	0,8	6,2	6,32	6,1	6,15
Distancia/plan	mm	35	0,8	0,8	35,1	35,2	35,3	34,7

Tabela 2 Medições realizadas em peças produzidas pelo processo manual.

PROCESSO DE SOLDA ROBOTIZADO								
	medida	nominal	Tol+	Tol-	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4
Plan A /Plan B	Grau	90	2'	2'	89,5	89,7	90,1	89,5
Cir/Cir	mm	6,1	0,8	0,8	6,2	6,32	6	6,2
Distancia/plan	mm	35	0,8	0,8	34,9	35,1	35,3	34,6
	medida	nominal	Tol+	Tol-	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7	Amostra 8
Plan A /Plan B	Grau	90	2'	2'	89,6	89,7	90,3	90,2
Cir/Cir	mm	6,1	0,8	0,8	6,1	6,27	6,3	6,25
Distancia/plan	mm	35	0,8	0,8	34,7	35,4	34,9	34,8

Tabela 3 Medições realizadas em peças produzidas pelo processo robotizado.

5 CONCLUSÃO

Como resultado deste trabalho se obteve um dispositivo de fixação para soldagem com massa de 121,7 kg. Devidamente instalado dentro do célula de solda robotizada.

Sendo observado que o dispositivo de fixação concebido consegue um incremento de 4 x na produtividade com o mesmo set up de máquina. Além de diminuir o tempo de montagem e soldagem que no processo manual de 1,55 min por componente produzido para apenas 1,47 min no processo robotizado com a produção de 4 componentes simultâneos.

Dados levantados no sistema ERP da empresa e calculados pelo processo de soldagem robotizado resultam numa redução de R\$ 0,39 por peça produzida.

Medições realizadas no processo de soldagem manual e o novo processo robotizado mostram que as tolerâncias encontram-se dentro da faixa de projeto, desta forma pode-se concluir que o novo dispositivo condições de auxiliar a empresa no aumento da produção e também redução no custo de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT-NR 17 - Ergonomia. Portaria MTPS n.º 3.751, de 23 de novembro de 1990.

AMERICAN WELDING SOCIETY, **Welding Handbook**; Welding Technology, Miami, 8º ed., Vol.1 e 2, 1987.

_____, **Welding Handbook**, v.1 e 2, 8 ed., Miami, 1991.

BOYES, WILLIAM E.; BAKERJIN RAMON; “**Handbook of Jig and Fixtures Design**”;1989 Society of Manufacturing Engineers SME.

Febrobotics. Disponível em <http://www.febrobotics.com.br/produtos.html> montagem Acesso Abril 2015.

FELISBERTO, L. C.; PASCHOARELLI, L. C. Dimensionamento preliminar de postos de trabalho e produtos – modelos antropométricos em escala. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais... VII International Conference on Industrial Engineering e Operations Management, 2001, Salvador. Proceedings, 2001. 1 CD ROM

Fluipress disponível em: <http://www.fluipress.com.br/empresa.php> acesso 2/ outubro/2015

Geometric. Disponível em:<http://www.geometric.ind.br/produtos/25/posicionador-rotativo-para-solda/> acesso 05/Abril/2015.

GERHARDT, Diego Roberto. Desenvolvimento de um Dispositivo de Fixação de Soldagem para o Piso da Cabine de um Pulverizador.2014 Monografia apresentada a Faculdade de Engenharia Mecânica Fahor, Horizontina, 2014.

Kifix. Disponível em: <http://www.kifix.com.br/sistemas-de-fixacao> Acesso em 07/07/2015.

MACHADO, Ivan Guerra. **Soldagem e Técnicas conexas: Processos**. Editado pelo autor e distribuído pela associação brasileira de soldagem (ABS) Porto Alegre, 1996, 477 p.

MASUBUCHI, K. **Research activities examine residual stresses and distortion in welded structures**, Dec. 1991.

MODENESI, P. J. **Soldagem I: Descontinuidades e inspeção em juntas soldadas**. Belo Horizonte: Editado pelo autor, 2001.

MOTA, J.C. “Robôs com Periferias Padronizadas Simplificam Operações em Soldagem”. Revista Soldagem & Materiais, ABS, Vol. 4 - Nº 1. P. 21-24, Jan./Mar 1992.

Movaltec Disponível em: <http://www.movaltec.com.br/solda.html> acesso 13 abril. 2015.

OKUMURA, T, T. **Engenharia de soldagem e aplicações**. Rio de Janeiro: LTC 1982.

Powermig. Disponível em: <http://www.powermig.com.br/pt-br/robos/tm-1400> acesso 13 abril. 2015.

Promatech. Disponível em: <http://promatech.com.br/> acesso 2/outubro/2015.

ROMANO, V. F; “**Robótica industrial: aplicação na indústria de manufatura e de processos**”. Brasil: Edgard Blücher, 2002.

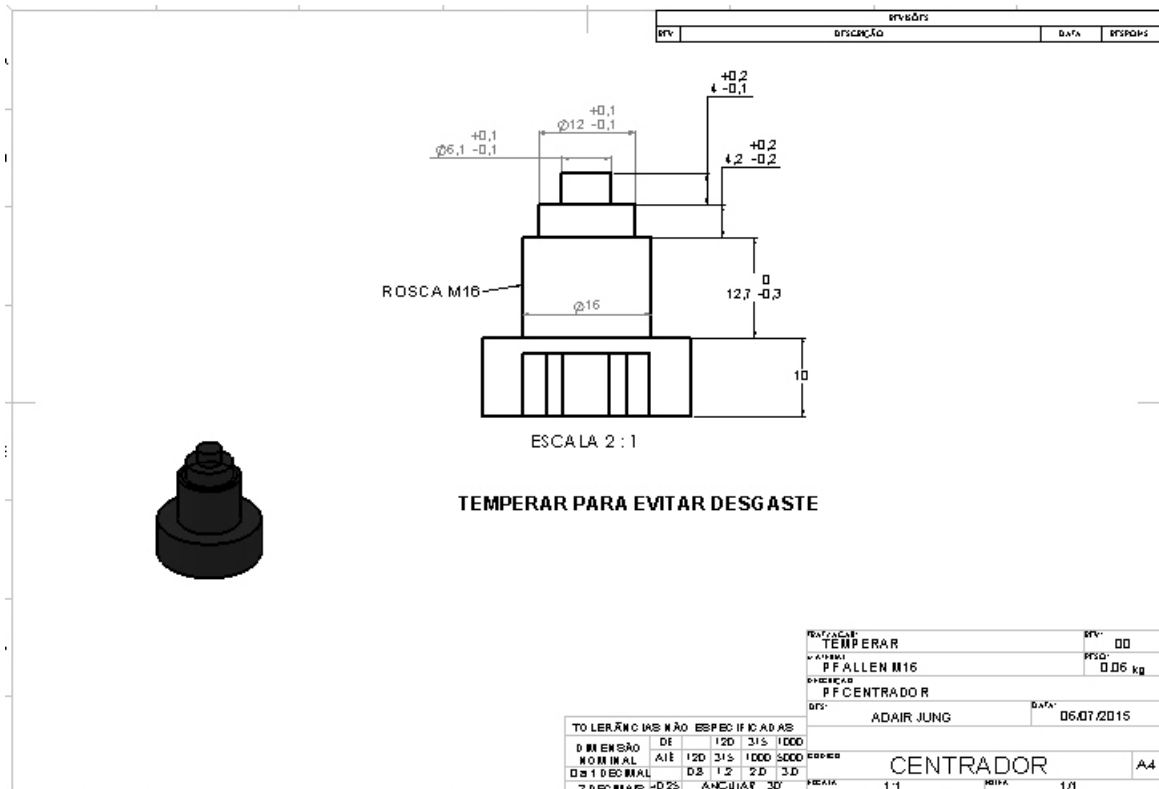
SOARES, H.C.G. “Estudo de sequência de soldagem para redução e eliminação de distorções” 2006. Dissertação: Pós-Graduação Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG, Belo Horizonte 2006.

Torquemetal. Disponível em: <http://torquemetal.com.br/pag=dispositivos-soldas> Acesso 8 abril 2015.

ANEXO-A CÉLULA DE SOLDA ROBOTIZADA



ANEXO-B DESENHO DEMONSTRATIVO DAS DIMENSÕES DO CENTRADOR



ANEXO-C DESENHO DEMONSTRATIVO DAS DIMENSÕES DO ENCOSTO

