



DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE DISPOSITIVO NO PROCESSO DE SOLDAGEM DE PORTAS PARA SALAS LIMPAS
DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION DEVICE ON DOORS OF WELDING PROCESS FOR CLEANROOMS

Aguimar Rogério Gomes¹
Alessandro Berardineli²
Anderson Miguel³
Roberto Giani Pattaro Jr⁴

RESUMO

A alta competitividade industrial, faz com que as indústrias de manufatura busquem constantemente aprimoramento em sua cadeia produtiva, visando melhorar seus custos, qualidade e serviços. Este artigo trata de um estudo de campo voltado para a melhoria do processo de soldagem TIG (Tungsten Inert Gas) na fabricação de portas para salas limpas, foi constatado uma oportunidade de melhoria nesse processo visto que existia uma dificuldade operacional na montagem das portas devido à falta de gabaritos e a utilização de duas mão de obra além da particularidade desta indústria em não se ter um padrão definido para as dimensões das portas, pois são fabricadas de acordo com a necessidade do cliente gerando assim muitas variáveis, e por fim, outra característica deste processo é ser totalmente manual. A partir desse cenário e dos dados coletados, o objetivo é realizar um projeto em *Solidworks* e implementar um dispositivo que, além de não necessitar de uma mão de obra de apoio para realizar a montagem dos componentes, também seja flexível e possibilite a montagem de várias dimensões de altura e largura das portas. Os resultados obtidos foram a eliminação da mão de obra de apoio e, com ainda obteve uma redução de tempo de processo de 22,6% gerando um ganho de custo real de 36,4% que poderá ainda ser melhorado após finalização de projeto todo e com a operação contínua do mesmo.

Palavras-chave: Processo de soldagem. Sala limpa. Cronoanálise.

ABSTRACT

The high industrial competitiveness, makes the manufacturing industries constantly seek improvement in their production chain, aiming to improve their costs, quality and services. This article deals with a field study aimed at improving the TIG (Tungsten Inert Gas) welding process in the manufacture of clean room doors. It was found an opportunity for

¹ Graduando do Curso de Tecnologia em Fabricação Mecânica da Faculdade Senai “Roberto Mange”; Supervisor de produção da Empresa Asmontec. E-mail. argomes16@hotmail.com

² Graduando do Curso de Tecnologia em Fabricação Mecânica da Faculdade Senai “Roberto Mange”; Metalúrgico do ramo automotivo na Empresa Honda Automóveis do Brasil. E-mail: alessandro_berardineli@hotmail.com

³ Graduando do Curso de Tecnologia em Fabricação Mecânica da Faculdade Senai “Roberto Mange”, Operador logístico na Empresa 3M do Brasil. E-mail. anderson_miguel@hotmail.com

⁴ Professor especialista do Curso de Tecnologia em Fabricação Mecânica da Faculdade Senai “Roberto Mange”; Professor universitário. E-mail: roberto.gjunior@sp.senai.br



improvement in this process as there was an operational difficulty in assembling the doors due to the lack of templates and the use of two manpower besides the particularity of this industry in not having a defined standard for the dimensions of the doors, as they are manufactured according to the customer's need thus generating many variables, and finally another feature. This process is to be totally manual. From this scenario and from the collected data, the goal is to design a Solidworks project and implement a device that, in addition to not requiring a supportive labor to assemble the components, is also flexible and allows the assembly of several height and width dimensions of the doors. The results obtained were the elimination of the support manpower and with a reduction of 22.6% in process time generating a real cost gain of 36.4% which could be further improved after completion of the whole project and with continuous operation thereof.

Keywords: Welding process. Clean room. Chronanalysis.

1 INTRODUÇÃO

A influência da abertura do mercado nacional gerou o aumento da competitividade industrial onde a engenharia de manufatura vem adotando metodologias para melhoria de seus processos e produtos. “Essa exigência do consumidor leva as organizações a buscar constantemente inovações e melhorias em seus processos produtivos para satisfazer a clientela e manter-se competitivo em um mercado cada vez mais estratégico” (DAVILA, 2009 *apud* MARAFON *et al.*, 2018, p. 73). Com foco nas expectativas dos clientes em relação a qualidade, preço e prazo de atendimento, tendo em vista que, na atual conjuntura, a determinação do preço de venda advém do cliente, as indústrias devem ajustar o seu custo para obter uma melhor margem de lucro. A automação da manufatura tem sido uma das alternativas mais aplicadas, pois visa a redução da variabilidade contida em seus processos, minimizando custos e perdas gerados pelos mesmos. Conforme Hirata (1989) a automação suprime numerosas tarefas repetitivas, perigosas e extenuantes, e aumenta consideravelmente a produtividade.

Um dos processos de fabricação que vem sendo mais automatizado, não somente pela produtividade em si, mas também pelo seu grau de criticidade devido a inúmeras variáveis resultantes de uma atividade extremamente manual, é a soldagem, sendo este importante para a indústria de manufatura estando presente em vários segmentos e, com o grande impulso na tecnologia de soldagem, e hoje existem mais de 50 diferentes processos de soldagem sendo o mais importante método para a união permanente de metais (NERIS, 2012).

Dentre os mais diversos segmentos industriais, encontra-se o mercado voltado para a fabricação de salas limpas que são ambientes controlados e monitorados possibilitando assim que os produtos ali manipulados estejam isentos de qualquer agente contaminante, respeitando todas as denominações previstas pela norma ABNT 14644-3. Uma das etapas para a fabricação de um dos componentes utilizados em salas limpas é o processo de soldagem das portas que utilizam como matéria-prima o aço inoxidável 304 e 316 ou alumínio da liga 6060. Esta etapa utiliza o processo de soldagem TIG (*Tungsten Inert Gas*), totalmente manual, resultando em um alto índice de retrabalho devido à instabilidade da operação impactando negativamente na



qualidade do produto e no tempo de fabricação, isso acontece tanto na operação de soldagem quanto no acabamento, que é realizada posteriormente.

O aumento da demanda associado a exigência do mercado em termos de prazos e preços faz com que os custos da não qualidade aumente na mesma proporção, juntamente com a dificuldade de encontrar profissionais qualificados no mercado, sendo assim, o objetivo principal deste trabalho é desenvolver e implementar um dispositivo de fixação dos componentes a serem soldados que, segundo Souza e Horikawa (1999) deve atender as necessidades de operação de fabricação à sustentação das peças e seus respectivos posicionamentos garantindo a precisão e qualidade, visando a redução dos custos para se produzir as portas para salas limpas. Para a realização deste trabalho, vamos utilizar a pesquisa de campo no processo de fabricação coletando dados sobre os problemas atuais e propor melhorias com o auxílio de ferramentas da qualidade, custos e projetos mecânicos.

2 DESENVOLVIMENTO

Com a substituição do cobre e do bronze pelo ferro em torno de 1500 A.C. onde após ser produzido em fornos de redução direta sua conformação era dada por martelamento, e a necessidade de peças de grandes dimensões gerou a soldagem por forjamento isto é, o material era aquecido ao rubro, colocava-se areia entre as peças e martelava-se até a formação da solda. A soldagem foi também usada, na antiguidade e na idade média, para a fabricação de armas e outros instrumentos cortantes, permanecendo como um processo secundário de fabricação até o século XIX (MODENESI *et al.*, 2012). Este processo é amplamente utilizado nos dias atuais, do qual vamos tratar neste artigo sobre um processo de soldagem de portas para salas limpas que, segundo definição da norma ABNT 14644-3:2009 sala limpa é um ambiente no qual a limpeza do ar e outros parâmetros são controlados, monitorados e registrados (temperatura, umidade, pressão, partículas e fluxo de ar). Isso possibilita que produtos sejam fabricados da forma mais higiênica possível. Dessa maneira, impede-se que aconteçam modificações no produto e garante-se que ele chegue ao consumidor final com qualidade e segurança.

Os tópicos a seguir descrevem a sequência de ações tratadas para o desenvolvimento do projeto iniciando com a descrição técnica do processo de soldagem de uma porta de sala limpa, seguindo pelo estudo desse processo e análise das possíveis melhorias na qual estão no projeto do dispositivo e, por fim, a análise do investimento e amortização da implantação do projeto.

2.1 Descrição do processo

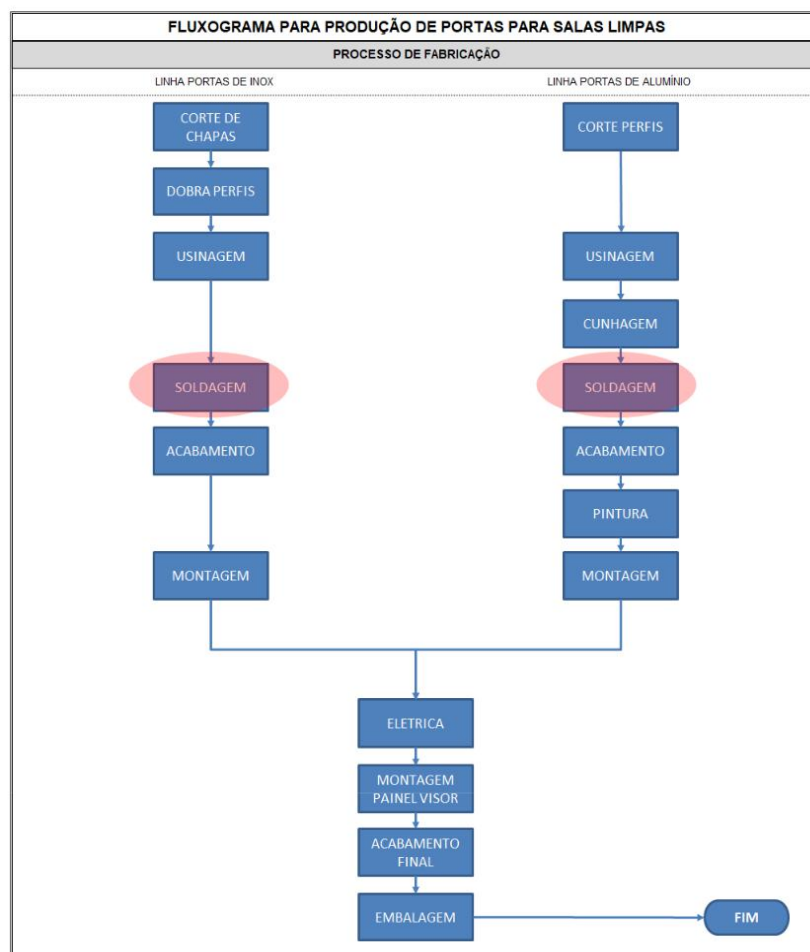
Este tópico do trabalho será feito um estudo de campo baseado no processo de produção de portas para salas limpas, tendo como foco principal a soldagem, que é realizado manualmente utilizando a solda TIG para a junção definitiva das partes, onde a falta de padronização interfere diretamente na qualidade do produto e nos tempos de processos posteriores.

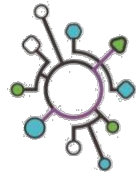
Dentro da manufatura de portas para salas limpas são utilizadas matérias primas distintas de acordo com sua aplicabilidade, o aço inoxidável e o alumínio, onde cada material exige um processo específico de fabricação.

As portas de aço inoxidável são fabricadas a partir de uma chapa com dimensões de 1240x3000x1,5mm. A etapa inicial é o corte a laser dos *blanks* das peças que compõem a porta, seguida pelo processo de dobramento, onde são feitos os perfis que serão unidos pelo processo de soldagem TIG e depois executado o acabamento da solda mantendo o padrão de escovamento. Estando devidamente acabadas é feita a montagem das ferragens (dobradiças, fechaduras, maçanetas, vedações), caso esta porta seja do modelo intertravada é realizado uma instalação elétrica com a colocação de eletroímãs, *leds* de sinalização, botões de acionamento e fonte de alimentação, após, a colocação de painel ou visores conforme projeto do cliente e, por fim, é realizado a vedação com silicone.

As portas de alumínio seguem um outro processo distinto, pois a matéria-prima é o alumínio extrudado da família 6060 e o seu processo se inicia pelo corte dos perfis em meia-esquadria, usinagem dos rasgos de dobradiças, fechaduras e eletroímãs, o processo de cunhagem onde os perfis são unidos formando o quadro, solda, acabamento, pintura, montagem da ferragem e a partir de então seguem o mesmo fluxo produtivo das portas de inox, conforme Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do processo produtivo





2.2 Estudo do Processo

Para se ter dados confiáveis foi feito um estudo da fase de solda priorizando a linha de portas de inox, devido ao valor agregado da matéria-prima ser maior. Este consiste basicamente em unir as peças que compõem a folha de porta e, para garantir que essa união esteja dentro dos padrões de qualidade exigidos em termos de dimensional e esquadro, é utilizado uma mão de obra de apoio para posicionar os componentes, Figura 2.

Figura 2 - Montagem dos componentes com mão de obra de apoio



Fonte: Autores

Um estudo de cronoanálise foi elaborado conforme descrito na Tabela 1, apurando os custos de todas as fases deste processo para se quantificar o quanto se poderia melhorar nesta operação, tendo como referência o custo para produção de uma porta e a taxa horária do setor, que é a média de todos os recursos de mão de obra com seus respectivos encargos alocados no departamento. Os registros em vermelho se referem à mão de obra de apoio.

Tabela 1 – Cronoanálise do cenário anterior

CUSTO DIRETO DE FABRICAÇÃO (R\$) R\$24,11

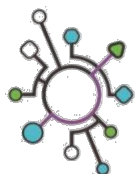
FASE	DESCRIÇÃO ATIVIDADE	VALOR HORA	LOTE	T.PREP. (MIN)	R\$ PREP.	T.EXEC. (MIN)	R\$ EXEC.	R\$ TOTAL
10	MONTAR QUADRO NA BANCADA	R\$ 16,44	1,0	5,0	R\$ 1,37	13,0	R\$ 3,56	R\$ 4,93
11	AUXILIAR NA MONTAGEM DO QUADRO NA BANCADA	R\$ 16,44	1,0	5,0	R\$ 1,37	13,0	R\$ 3,56	R\$ 4,93
20	FECHAMENTO DO PERFIL	R\$ 16,44	1,0	-	R\$ -	10,0	R\$ 2,74	R\$ 2,74
21	AUXILIAR NO FECHAMENTO DO PERFIL	R\$ 16,44	1,0	-	R\$ -	10,0	R\$ 2,74	R\$ 2,74
30	PONTEAMENTO LADO SUPERIOR	R\$ 16,44	1,0	-	R\$ -	3,0	R\$ 0,82	R\$ 0,82
40	VIRAR QUADRO	R\$ 16,44	1,0	-	R\$ -	1,0	R\$ 0,27	R\$ 0,27
41	AUXILIAR PARA VIRAR QUADRO APÓS PONTEAMENTO	R\$ 16,44	1,0	-	R\$ -	1,0	R\$ 0,27	R\$ 0,27
50	PONTEAR LADO INFERIOR	R\$ 16,44	1,0	-	R\$ -	3,0	R\$ 0,82	R\$ 0,82
60	TRAVAMENTO COMPLETO DO QUADRO	R\$ 16,44	1,0	-	R\$ -	5,0	R\$ 1,37	R\$ 1,37
70	SOLDAR LADO INFERIOR	R\$ 16,44	1,0	-	R\$ -	8,0	R\$ 2,19	R\$ 2,19
80	VIRAR O QUADRO	R\$ 16,44	1,0	-	R\$ -	1,0	R\$ 0,27	R\$ 0,27
81	AUXILIAR PARA VIRAR O QUADRO APÓS SOLDADO	R\$ 16,44	1,0	-	R\$ -	1,0	R\$ 0,27	R\$ 0,27
90	SOLDAR O LADO SUPERIOR	R\$ 16,44	1,0	-	R\$ -	8,0	R\$ 2,19	R\$ 2,19
100	RETIRAR A PEÇA DA BANCADA	R\$ 16,44	1,0	-	R\$ -	1,0	R\$ 0,27	R\$ 0,27

Fonte: Autores

R\$ 2,74

R\$ 21,37

R\$ 24,11



Objetivando a eliminação da mão de obra de apoio no processo de fabricação, foi estimado um novo custo, tomando como base o processo acima descrito, apenas eliminando as fases de apoio (em vermelho), como a mão de obra de apoio trabalha em paralelo com o soldador, os tempos totais de execução não se alteram, totalizando 53 minutos em ambos cenários. Na Tabela 2 tem-se as operações referente a mão de obra de apoio eliminadas.

Tabela 2 – Estimativa de custo com eliminação da mão de obra de apoio

CUSTO DIRETO DE FABRICAÇÃO (R\$) R\$ 15,89

FASE	DESCRIÇÃO ATIVIDADE	VALOR HORA	LOTE	T.PREP. (MIN)	R\$ PREP.	T.EXEC. (MIN)	R\$ EXEC.	R\$ TOTAL
10	MONTAR QUADRO NA BANCADA	R\$ 16,44	1,0000	5,0	R\$ 1,37	13,0	R\$ 3,56	R\$ 4,93
11	AUXILIAR NA MONTAGEM DO QUADRO NA BANCADA	R\$ 16,44	1,0000	-	R\$ -	-	R\$ -	R\$ -
20	FECHAMENTO DO PERFIL	R\$ 16,44	1,0000	-	R\$ -	10,0	R\$ 2,74	R\$ 2,74
21	AUXILIAR NO FECHAMENTO DO PERFIL	R\$ 16,44	1,0000	-	R\$ -	-	R\$ -	R\$ -
30	PONTEAMENTO LADO SUPERIOR	R\$ 16,44	1,0000	-	R\$ -	3,0	R\$ 0,82	R\$ 0,82
40	VIRAR QUADRO	R\$ 16,44	1,0000	-	R\$ -	1,0	R\$ 0,27	R\$ 0,27
41	AUXILIAR PARA VIRAR QUADRO APÓS PONTEAMENTO	R\$ 16,44	1,0000	-	R\$ -	-	R\$ -	R\$ -
50	PONTEAR LADO INFERIOR	R\$ 16,44	1,0000	-	R\$ -	3,0	R\$ 0,82	R\$ 0,82
60	TRAVAMENTO COMPLETO DO QUADRO	R\$ 16,44	1,0000	-	R\$ -	5,0	R\$ 1,37	R\$ 1,37
70	SOLDAR LADO INFERIOR	R\$ 16,44	1,0000	-	R\$ -	8,0	R\$ 2,19	R\$ 2,19
80	VIRAR O QUADRO	R\$ 16,44	1,0000	-	R\$ -	1,0	R\$ 0,27	R\$ 0,27
81	AUXILIAR PARA VIRAR O QUADRO APÓS SOLDADO	R\$ 16,44	1,0000	-	R\$ -	-	R\$ -	R\$ -
90	SOLDAR O LADO SUPERIOR	R\$ 16,44	1,0000	-	R\$ -	8,0	R\$ 2,19	R\$ 2,19
100	RETIRAR A PEÇA DA BANCADA	R\$ 16,44	1,0000	-	R\$ -	1,0	R\$ 0,27	R\$ 0,27

Fonte: Autores

R\$ 1,37

R\$ 14,52 R\$ 15,89

A partir destes estudos se evidenciou a possibilidade de ganhos de 34,1% no custo direto de produção de uma porta o que vem a justificar o desenvolvimento do projeto, pois resultaria em um ganho de R\$ 8,22 por porta produzida.

2.3 Projeto do Dispositivo

Os dois maiores desafios para elaboração deste projeto, foram a de não se ter um padrão definido de portas, pois as mesmas são fabricadas de acordo com a necessidade do cliente, portanto variam na largura e altura. Para resolver esta necessidade foi previsto no projeto um sistema de regulagens, permitindo a produção de portas de 750mm à 1060mm na largura e 1800mm à 2200mm na altura. Outro desafio foi desenvolver o dispositivo utilizando os recursos materiais já existentes na empresa, perfis e chapas buscando assim o menor custo para o desenvolvimento do projeto.

O dispositivo é composto de uma mesa com sistema de giro manual, fabricada em perfis tubulares de alumínio, chapas de revestimento em aço inoxidável, cantoneiras de regulagem em alumínio, grampos de fixação e dois cavaletes de apoio conforme demonstrados a Figura 3.

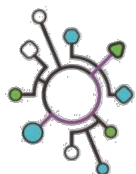
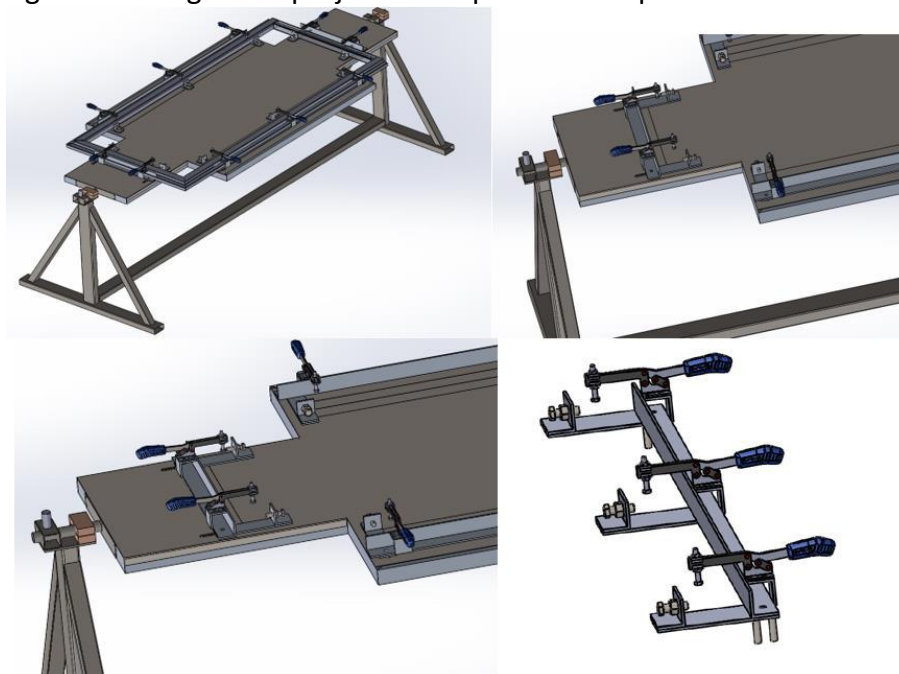


Figura 3 – Imagem do projeto do dispositivo completo e seus detalhes



Fonte: Autores

2.4 Investimento e Amortização

A lista de materiais necessários para construção do dispositivo foi extraída do *software SolidWorks* e os custos aplicados mediados pelo mercado de produtos e serviços, para se ter o valor exato de investimento. Na Tabela 3 temos o custo de todos os materiais que serão necessários para a execução do dispositivo, ou seja, um total de R\$ 3.911,78, porém como a concepção do projeto foi baseada na utilização de materiais de uso comum da empresa, muitas das peças foram aproveitadas de sobras e sucatas, o que vem a reduzir esse custo.

Tabela 3 – Custo dos materiais e serviços utilizados no dispositivo

ITENS	QUANTIDADE	PESO (Kg)	TOTAL	PREÇO POR KG	PREÇO UNID.	TOTAL R\$
PERFIL RETANGULAR AÇO CARBONO 100X50 MTS	7,26	6,83	49,57	R\$ 5,50		R\$ 272,61
PERFIL QUADRADO AÇO CARBONO 50X50 MTS	4,20	4,48	18,80	R\$ 5,50		R\$ 103,37
BARRA CHATA AÇO CARBONO MTS QUADR.	0,03	74,72	2,24	R\$ 5,50		R\$ 12,33
PERFIL RETANGULAR ALUMINIO 100X50 MTS	13,25	3,21	42,48	R\$ 21,00		R\$ 892,07
PERFIL L ALUMINIO 50X50 MTS	5,30	1,25	6,63	R\$ 21,00		R\$ 139,13
BARRA CHATA ALUMINIO MTS LIN.	2,20	0,65	1,44	R\$ 21,00		R\$ 30,17
CHAPA INOX SUPERIOR	1,00	40,00	40,00	R\$ 17,00		R\$ 680,00
CHAPA INOX INFERIOR	2,00	20,00	40,00	R\$ 17,00		R\$ 680,00
TUBO INOX 1" MTS	1,90	1,31	2,49	R\$ 17,00		R\$ 42,31
BARRA DE BRONZE 100X50X25	2,00	1,20	2,40	R\$ 13,00		R\$ 31,20
GRAMPO DE FIXAÇÃO KF-533D	10,00				R\$ 93,00	R\$ 930,00
SERVIÇO DE CORTE À LASER CHAPA SUPERIOR	1,00				R\$ 39,67	R\$ 39,67
SERVIÇO DE CORTE À LASER CHAPA INFERIOR	2,00				R\$ 29,46	R\$ 58,92
TOTAL GERAL R\$						R\$ 3.911,78

Fonte: Autores

Após o levantamento dos custos de produção e materiais, foi estimada a amortização do dispositivo (considerando a eliminação de uma mão de obra) com a produção de 476 peças, o que representa um período de aproximadamente 1 ano, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Dados da amortização em relação aos custos

CUSTO PROCESSO CENÁRIO ANTERIOR	R\$	24,11
CUSTO PROCESSO CENÁRIO ATUAL	R\$	15,89
GANHO POR PEÇA	R\$	8,22
INVESTIMENTO	R\$	3.911,78
AMORTIZAÇÃO (PEÇAS)		476

Fonte: Autores

3 IMPLANTAÇÃO E RESULTADOS

A partir do projeto definido foi iniciado a fabricação das peças com o auxílio dos próprios colaboradores da empresa que puderam colocar em prática os conceitos e as ideias compartilhadas durante o projeto. Na Figura 4 tem-se o dispositivo em execução com a estrutura, os cavaletes e a base.

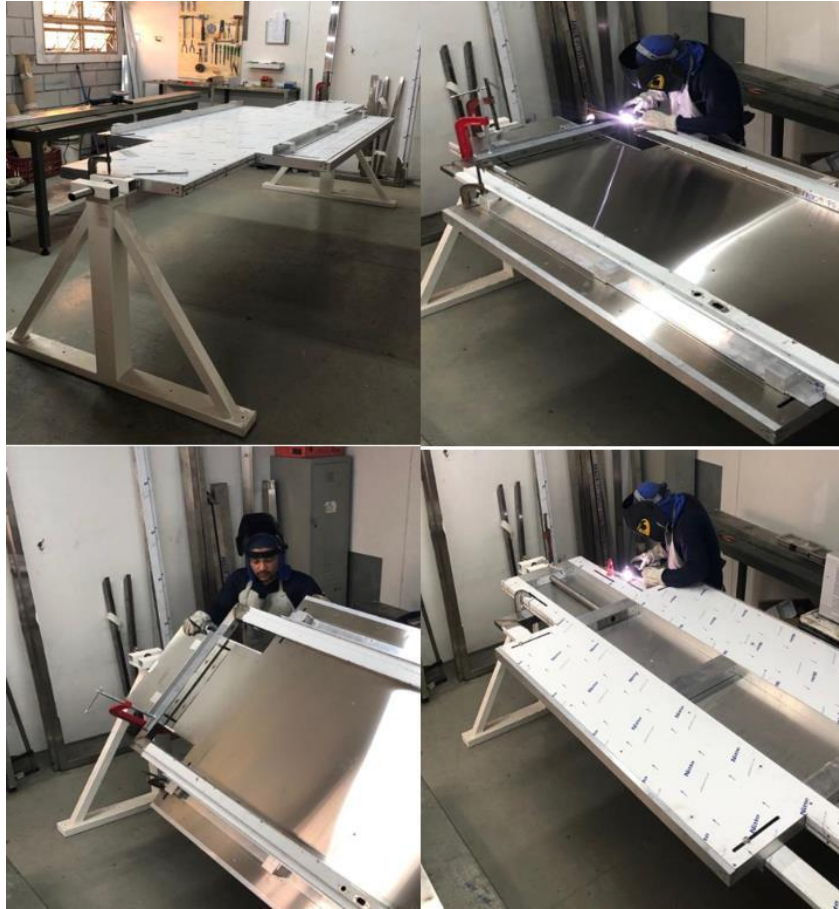
Figura 4 – Dispositivo em execução



Fonte: Autores

Após a construção do dispositivo o mesmo foi utilizado na fabricação de uma porta onde foi observado sua estabilidade, seu dimensional, o manuseio e possíveis pontos a se melhorar ainda. Nessa etapa foi analisado a eficácia dentro do propósito do projeto, que visa a eliminação da mão de obra de apoio, no entanto, por ser um dispositivo novo, acredita-se que a experiência do soldador após utilizar algumas vezes será melhorada ainda mais. Segue na Figura 5 o soldador utilizando o dispositivo para a execução de uma porta.

Figura 5 – Dispositivo sendo utilizado pelo soldador



Fonte: Autores

Durante a execução, reaplicamos a cronoanálise conforme a Tabela 5 e constatou-se que o soldador consegue fazer toda a montagem e soldagem sem a necessidade da utilização da mão de obra de apoio, o que era previsto, também foi possível avaliar que algumas operações foram realizadas com mais facilidade pelo soldador, ocasionando uma redução de 12 minutos no tempo de execução, passando de 53 para 41 minutos.

Tabela 5 – Cronoanálise após a implantação do dispositivo

CUSTO DIRETO DE FABRICAÇÃO (R\$) R\$ 15,34

FASE	DESCRIÇÃO ATIVIDADE	VALOR HORA	LOTE	T.PREP. (MIN)	R\$ PREP.	T.EXEC. (MIN)	R\$ EXEC.	R\$ TOTAL
10	PREPARAR DISPOSITIVO NA ALTURA E LARGURA	R\$ 16,44	1,0	15,0	R\$ 4,11		R\$ -	R\$ 4,11
20	COLOCAR COMPONENTES NO DISPOSITIVO	R\$ 16,44	1,0		R\$ -	5,0	R\$ 1,37	R\$ 1,37
30	PRENDER A PEÇA COM AUXILIO DE SARGENTOS	R\$ 16,44	1,0	-	R\$ -	3,0	R\$ 0,82	R\$ 0,82
40	PONTEAR A PARTE INTERNA FAZENDO O FECHAMENTO DO PERFIL	R\$ 16,44	1,0	-	R\$ -	3,0	R\$ 0,82	R\$ 0,82
50	SOLDAR LADO SUPERIOR	R\$ 16,44	1,0	-	R\$ -	12,0	R\$ 3,29	R\$ 3,29
60	GIRAR O DISPOSITIVO	R\$ 16,44	1,0	-	R\$ -	1,0	R\$ 0,27	R\$ 0,27
70	SOLDAR LADO INFERIOR	R\$ 16,44	1,0	-	R\$ -	12,0	R\$ 3,29	R\$ 3,29
80	GIRAR O DISPOSITIVO	R\$ 16,44	1,0	-	R\$ -	1,0	R\$ 0,27	R\$ 0,27
90	SOLTAR OS SARGENTOS	R\$ 16,44	1,0	-	R\$ -	3,0	R\$ 0,82	R\$ 0,82
100	RETIRAR A PEÇA SOLDADA	R\$ 16,44	1,0	-	R\$ -	1,0	R\$ 0,27	R\$ 0,27

Fonte: Autores

R\$ 4,11

R\$ 11,23 R\$ 15,34

Através dos dados obtidos durante a execução, foi constatado um ganho de 22,6% no tempo total de fabricação de uma porta com uma redução de custo de 36,4%, conforme apresentado na Tabela 6, ficando acima da expectativa. Vale ressaltar que esta melhoria se deu em uma condição provisória pois os grampos de fixação rápida ainda não estavam instalados, além da mão de obra não estar totalmente acostumada com a nova metodologia.

Tabela 6 – Comparativos de tempo e custo

COMPARATIVO DE TEMPO (min)		COMPARATIVO DE CUSTO (R\$)	
CENÁRIO ANTERIOR	53,0	CENÁRIO ANTERIOR	R\$ 24,11
CENÁRIO ATUAL	41,0	CENÁRIO ATUAL	R\$ 15,34
% REDUÇÃO	22,6%	% REDUÇÃO	36,4%

Fonte: Autores

4 CONCLUSÕES

Após a finalização do projeto notou-se ganhos além dos números apresentados. É claro que, para a empresa se manter competitiva, com compromissos assumidos com relação a prazos e qualidade, os ganhos de tempo são realmente significativos, mas os ganhos com ergonomia e fadiga do soldador também deve ser levado em conta, esses ganhos são considerados secundários, porém refletem diretamente na qualidade do produto, pois, por mais que tenha se desenvolvido e implantado o dispositivo, a operação ainda tem muita tarefa manual. Diante desse novo cenário conclui-se também que, o dispositivo foi fundamental para se obter redução de custo, tempo e ganhos com qualidade, porém, um estudo de viabilidade de implantação de um braço robótico se dá como necessidade futura, uma vez que a competitividade sempre será um elemento que as empresas nunca poderão deixar de lado.



REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14644-3**: salas limpas e ambientes controlados associados: parte 3: métodos de ensino. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

DAVILA, T. **As regras da inovação**: como gerenciar, como medir e como lucrar. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HIRATA, H. (org.) Divisão capitalista do trabalho. **Tempo Social**, São Paulo: USP, v. 1, n. 2, p. 73-103, 1989. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ts/v1n2/0103-2070-ts-01-02-0073.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2019.

MODENESI, P. J. *et al.* **Introdução à metalurgia da soldagem**. Belo Horizonte: UFMG, 2012. Disponível em: <http://demet.eng.ufmg.br/wp-content/uploads/2012/10/metalurgia.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2019.

MARAFON, Carine *et al.* Benefícios do investimento em automação no processo de empacotamento de farinha de trigo. **Anais da Engenharia de Produção**, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 72 - 87, jul. 2018. Disponível em: <https://uceff.edu.br/anais/index.php/engprod/article/view/200>. Acesso em: 21 fev. 2019.

NERIS, M. M. **Soldagem**: eixo tecnológico: controle e processos industriais. São Paulo: Cetec Capacitações, 2012. Disponível em: http://www.cpscetec.com.br/cpscetec/arquivos/apostila_soldagem.pdf. Acesso em: 11 out. 2019.

SOUZA, M. A.; Horigawa, O. **Sistematização do planejamento da fixação de peças visando a sua automação**. 1999. Disponível em: https://fei.edu.br/sbai/SBAI1999/ARTIGOS/IV_SBAI_40.pdf. Acesso em: 11 out. 2019.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à direção da empresa Asmotec pela utilização das instalações para o desenvolvimento, compra dos materiais e montagem do dispositivo, aos professores Sr. Roberto Giani Pattaro Junior e Sr. Everaldo Marques da Silva pelo apoio e assessoria neste projeto.



**2º SIMPÓSIO DE
INFORMAÇÃO E
CONHECIMENTO**

FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP

SENAI
SÃO PAULO

Sobre os autores:

¹ AGUIMAR ROGÉRIO GOMES



Cursando atualmente a Graduação em Tecnologia de Fabricação Mecânica pela Escola e Faculdade SENAI “Roberto Mange”. Tem experiência em *lean manufacturing* em indústria de manufatura de latas de alumínio para bebidas, atuou como supervisor de manutenção, processos e produção. É supervisor de produção na empresa Asmontec Indústria e Comércio de salas limpas.

² ALESSANDRO BERARDINELI



- Cursando atualmente a Graduação em Tecnologia de Fabricação Mecânica pela Escola e Faculdade SENAI “Roberto Mange”. Tem experiência no ramo automobilístico. É supervisor de produção na empresa Honda Automóveis do Brasil LTDA responsável pelos setores de manutenção da produção no departamento de soldagem da carroceria e na área de desenvolvimento de novos dispositivos com o foco em novos modelos.

³ ANDERSO MIGUEL



- Cursando atualmente a Graduação em Tecnologia de Fabricação Mecânica pela Escola e Faculdade SENAI “Roberto Mange”. Tem experiência na área de logística em multinacionais da região de Campinas com ênfase em *supply chain management – Fulfiment*, habilitado para operações em diversos equipamentos de transporte industrial.

⁴ ROBERTO GIANI PATTARO JR



- Docente da Faculdade Senai “Roberto Mange”, lecionando disciplinas no curso Tecnológico em Fabricação Mecânica e Pós-graduação em Usinagens Especiais. Especialista em MBA em Gestão de Produção e Qualidade pela FGV
- Fundação Getúlio Vargas. Graduado em Engenharia de Produção pela Faculdade Anhanguera de Campinas. Tem experiência na área de Gerência e Supervisão Industrial em empresas da região de Campinas, com ênfase em processos de usinagem.