



ISSN: 2230-9926

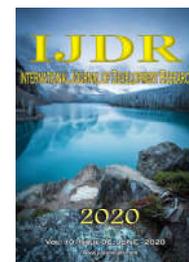
Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 10, Issue, 06, pp. 36919-36924, June, 2020

<https://doi.org/10.37118/ijdr.19137.06.2020>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO MECÂNICO PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE SETUP EM UMA MÁQUINA CNC, UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS – PIN

¹DAMACENA, Elton Clebson da Silva, ²SILVA, Raike Sobrinho da, ³NUNES, Wesley Meneses and ⁴LUZ, Iremar Bezerra da

^{1,2,3}Graduandos em Engenharia Mecânica, Centro Universitário do Norte - Uninorte

⁴Prof. MSc.Orientador do Centro Universitário do Norte - Uninorte

ARTICLE INFO

Article History:

Received 17th March, 2020

Received in revised form

26th April, 2020

Accepted 03rd May, 2020

Published online 29th June, 2020

Key Words:

Setup, Dispositivo Mecânico, Processos de Usinagem.

*Corresponding author:

DAMACENA, Elton Clebson da Silva,

ABSTRACT

Nos tempos atuais tudo precisa ser controlado nos processos manufatureiros, logo enxergamos que o tempo de *setup* é muito importante dentro de um processo produtivo e, atualmente muitas empresas adotam um modelo de produção onde se é necessário produzir itens diversificados para atender à necessidade dos clientes, para isso é necessário que as fabricas utilizem maquinas que sejam ajustáveis aos processos, porem para que os ajustes sejam realizados é necessário um “gasto de tempo”, e caso este tempo seja muito alto em relação ao tempo de processo, a empresa pode absorver prejuizos. Com base neste contexto, o objetivo deste artigo é relatar o processo de desenvolvimento de um dispositivo mecânico (alinhador de posicionamento de chapas metálicas) utilizado em uma mesa que é acoplada a um centro de usinagem CNC. As informações contidas neste artigo são fundamentadas numa pesquisa, caracterizada como método descritivo do tipo caráter exploratório de natureza aplicada e tendo como universo pesquisado o setor de usinagem de uma empresa de fabricação de caixas eletrônicos localizada no polo industrial de Manaus. O dispositivo em questão foi desenvolvido em junho de 2019, dentro da própria fábrica, criado com o objetivo de reduzir em ao menos 30% o tempo de *setup* no processo de usinagem de chapas metálicas, processo este que consiste no esquadreamento e chanframento das peças para a correção de irregularidades causadas durante o processo de corte em plasma. O dispositivo foi inicialmente projetado em 3D e testado virtualmente através da ferramenta Autodesk Inventor 2017, logo em seguida foram realizados o corte, usinagem, e soldagem das peças necessárias para a montagem do mesmo, e então a instalação e testes finais já com o dispositivo instalado na máquina foram realizados. Os resultados alcançados superaram as expectativas iniciais, pois além de se conseguir reduzir o tempo de *setup* em 63.53%, obteve-se também uma redução de 6,25% no custo diário do processo de usinagem.

Copyright © 2020, DAMACENA, Elton Clebson da Silva. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: DAMACENA, Elton Clebson da Silva, SILVA, Raike Sobrinho da, NUNES, Wesley Meneses and LUZ, Iremar Bezerra da. “Desenvolvimento de dispositivo mecânico para redução do tempo de setup em uma máquina cnc, um estudo de caso em uma empresa do polo industrial de manaus – pin”, *International Journal of Development Research*, 10, (06), 36919-36924.

INTRODUCTION

O mundo inteiro passa por um processo de mudança, no setor industrial não é diferente, as empresas precisam produzir mais, produzir rápido e produzir com qualidade. Para Falconi (2004), o que realmente assegura a sobrevivência das empresas é a garantia de sua competitividade, sendo que esta competitividade está ligada diretamente com a produtividade, qualidade e o custo dos produtos fabricados pelas empresas. Atender as necessidades dos clientes tornou-se essencial para

as empresas se manterem competitivas no mercado e ter vantagem perante seus concorrentes diretos. Atualmente encontra-se uma oferta maior de produtos, fazendo com que o fornecedor necessite adaptar os processos para diversificar a produção e atender pequenos lotes de produtos (SHINGO, 2000). As empresas perdem parte do seu faturamento em problemas internos. Estas perdas estão associadas aos descontos em vendas por má qualidade nos produtos, perda de produção por paradas de equipamentos, excesso de estoque, excesso de consumo de energia, refugos por qualidade,

retrabalho de toda natureza, erro no faturamento etc. (FALCONI, 2004). O setup é um exemplo típico de desperdício, não agregando valor ao produto final e, portanto, seu valor deve ser reduzido ao máximo. Com bases nestes princípios, empresas buscam melhorias em seus processos de forma a estudar e agir sobre as causas obtendo como resultado a redução destes efeitos (PASCAL, 2007). Há alguns métodos conhecidos para se obter êxito na redução do tempo de *setup* nos processos industrial, entre eles estão a metodologia PDCA que é um ciclo a ser seguido para o melhoramento contínuo de processos e a metodologia TRF (Troca rápida de ferramenta) desenvolvida por Shigeo Shingo durante um período de 19 anos e, inicialmente aplicada no sistema Toyota de produção. A empresa onde este estudo foi realizado possui dezenas de máquinas de usinagem CNC, porém há uma máquina em especial a qual foi adaptada para ao processo, esta, por sua vez possui um tempo excessivo de setup. Baseado nesta problemática, o conteúdo deste artigo é fundamentado numa pesquisa, caracterizada como método descritivo do tipo caráter exploratório de natureza aplicada e tendo como universo pesquisado o setor de usinagem de uma empresa de fabricação de caixas eletrônicos localizada no polo industrial de Manaus. O objetivo principal deste trabalho é relatar o desenvolvimento de um dispositivo mecânico criado para reduzir o tempo de *setup* da máquina em ao menos 30%, o qual inicialmente era de aproximadamente trinta e um minutos, aplicando o conhecimento para desenvolvimento de dispositivos mecânicos e o uso de algumas ferramentas metodológicas.

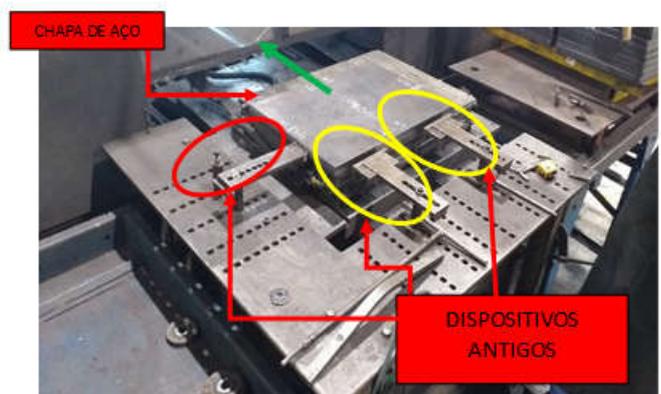
METODOLOGIA

Este artigo é fundamentado numa pesquisa, caracterizada como método descritivo do tipo caráter exploratório de natureza aplicada e tendo como universo pesquisado o setor de usinagem de uma empresa de fabricação de caixas eletrônicos localizada no polo industrial de Manaus. Após a escolha do objeto de estudo, foram realizadas pesquisas bibliográficas para definir os materiais e métodos a serem aplicados para solução do problema, ocorrendo assim a definição da metodologia PDCA como ciclo a ser seguido. Na etapa de planejamento, foi realizada uma análise detalhada no processo de usinagem de chapas metálicas utilizadas na confecção de cofres, com essa análise foi possível verificar que o alto tempo de setup se dava por conta da dificuldade do operador em ajustar um determinado dispositivo. Com a causa do problema detectado, foi elaborado um plano de desenvolvimento de um novo dispositivo mecânico, com objetivo de reduzir o tempo de *setup* na máquina analisada, após o desenvolvimento, teste e instalação dos dispositivos, foram realizadas novas análises que puderam confirmar a eficiência da implantação no novo método utilizado, por fim o artigo apresenta os resultados obtidos e uma breve discussão com alguns autores sobre a eficiência da aplicação de diferentes métodos que também podem ser utilizados com o intuito de diminuir o tempo de *setup* em processos de usinagem industrial.

Estudo de caso – abordagem qualitativa e quantitativa da pesquisa: A usinagem de chapas metálicas é um processo muito utilizado na confecção de caixas eletrônicos. Neste processo o chanframento e esquadreamento das peças devem ser feitos para que haja um canal onde a solda possa penetrar e também permita um alinhamento entre as peças na hora da soldagem. As máquinas utilizadas para este processo são em geral de alto custo de aquisição. Neste caso, foi analisada uma máquina em especial, fabricada nos estados unidos na década

de 90 e, modificada para atender a necessidade do processo, cuja a eficiência após a modificação quanto ao método de realização de *setup* foi reavaliada através deste estudo.

P – Plan (Planejar): O primeiro passo para conseguir melhorar um processo produtivo é realizar uma análise detalhada do mesmo, para isso a empresa conta com um quadro de engenheiros responsáveis por colher dados referente ao processo de fabricação dos cofres, por meio de cronoanálise (cronometragem detalhada de cada operação dentro de um processo), constatou-se que o tempo para realização de setup no processo de fresamento era de aproximadamente 30 (trinta minutos) e estava muito alto quando comparado a processos semelhantes, em conversas com os operadores confirmou-se que a causa deste problema era a dificuldade do operador em ajustar a posição do dispositivo responsável por manter as chapas de aço no posicionamento correto para a realização do fresamento nas extremidades das peças. Após a identificação da causa do problema, o supervisor de engenharia industrial solicitou ao estagiário de engenharia mecânica (Elton Damacena), que analisasse e solucionasse o problema. Para a produção de 1 ATM (Um caixa eletrônico) são necessárias seis chapas de aço que formam assim uma caixa, essas chapas precisam ser esquadrejadas e chanfradas para se obter um alinhamento e um bom canal para penetração de solda, três dessas chapas são usinadas na máquina que está sendo alvo deste estudo.



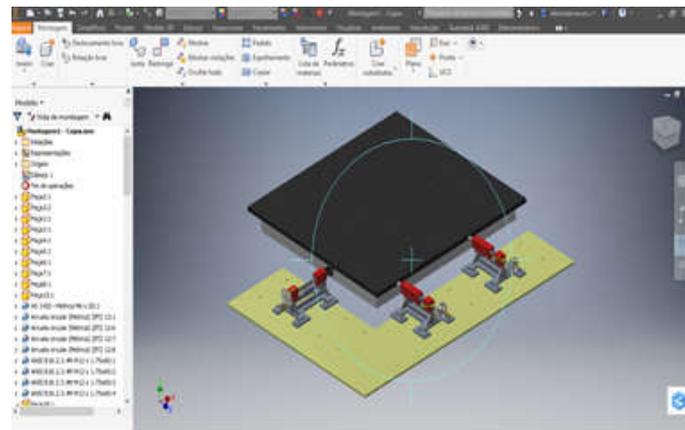
Fonte: Autoria própria (2019)

Figura 1. Dispositivos utilizados anteriormente

Na imagem acima (figura 01) pode-se observar três dispositivos os quais estão circundados em destaque, são estes dispositivos os responsáveis por garantir o alinhamento entre a chapa de aço e as ferramentas que farão a usinagem da chapa, a seta verde indica a direção de movimentação da mesa magnética, o não alinhamento perpendicular da chapa com a ferramenta de corte pode ocasionar uma retirada excessiva de metal na peça o que pode resultar na necessidade de um retrabalho ou perda definitiva da peça, por este motivo é necessário que o dispositivo garanta o alinhamento de paralelismo da chapa com a ferramenta de corte. Como pode ser observado na figura acima, as peças que estão circundadas em vermelho e amarelo possuem furações, assim como a mesa onde são fixadas, esses furos servem como guias para posicionar os dispositivos em função da necessidade da operação, com mais de 30 modelos diferentes de chapas a realização do setup se torna muito difícil. Para realizar o processo de setup o operador coloca a chapa de aço a ser usinada sobre a mesa magnética posicionando de forma

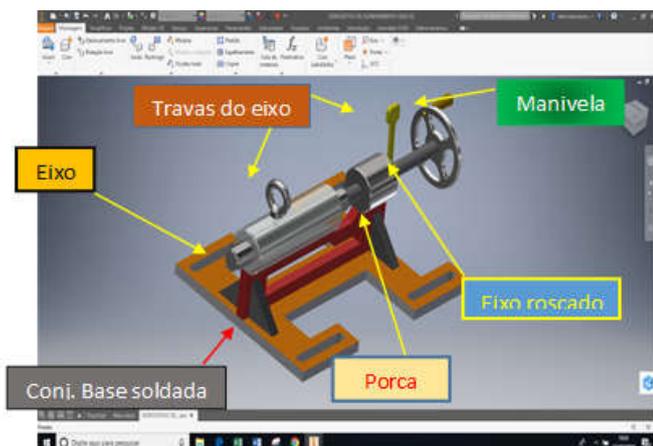
empírica de modo que fique próximo a posição desejada, então avança a mesa no sentido da ferramenta de corte para verificar a quantidade necessária de ajuste, tanto na distância da ferramenta em relação a peça (ajuste feito no programa CNC) quanto nos dispositivos de ajuste, então retorna a mesa para a posição inicial e ajusta os dispositivos, colocando todos os três encostados na chapa como pode ser visto na figura 01. O grande problema está no fato de o operador ter que realizar esse procedimento várias vezes em um único setup até que se tenha uma peça dentro da conformidade, a cada tentativa que o operador realiza e a peça não fica conforme é necessário desparafusar todos os dispositivos para realizar o ajuste novamente, o problema é que os dispositivos não possuem um bom grau de precisão, também são pesados e difíceis de serem manuseados, este é o ponto crucial onde se perde muito tempo.

Do – Executar: Em junho de 2019 com o problema detectado a iniciativa tomada foi desenvolver um dispositivo capaz de realizar a função a qual se deseja, sem que seja necessário que o operador realize esforço excessivo, que o dispositivo garanta um alinhamento paralelo entre a chapa de aço a ser usinada e a ferramenta de corte e claro reduzir o tempo necessário para realizar o ajuste do mesmo.



Fonte: Autoria própria (2019)

Figura 2. Projeto inicial revisão 00

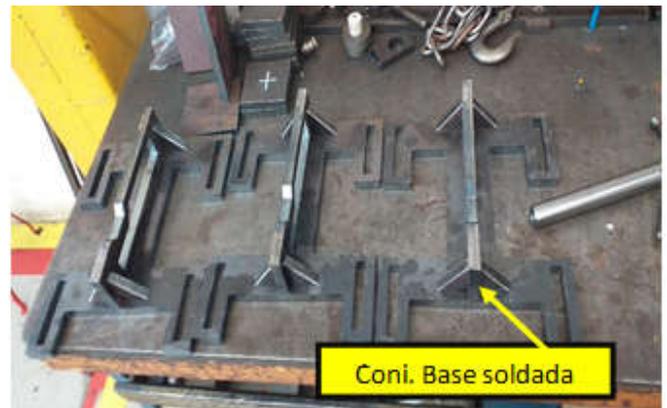


Fonte: Autoria própria (2019)

Figura 3. Versão atualizada do protótipo

Após toda equipe incluindo engenheiros, ferramenteiro, e os estudantes responsáveis pela elaboração deste artigo analisarem o projeto inicial revisão 00, verificou-se a necessidade de fazer algumas melhorias, tais como: substituição de barras chatas por barras circulares e substituição de eixos com geometria retangular por eixos de

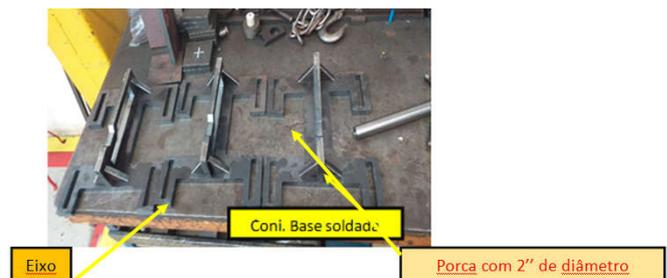
geometria circular, essas modificações facilitaram o processo de fabricação. O passo seguinte a elaboração e análise do projeto é a execução. Com um grande aparato do setor de metal mecânico a própria empresa forneceu todo o material necessário para fabricar o dispositivo, todas as peças utilizadas são de aço carbono SAE 1020, deste modo todo a execução foi feita internamente. Os processos envolvidos na fabricação, foram: corte em laser, corte em serra, usinagem em torno CNC e soldagem de componentes. A matéria prima utilizada para confeccionar o conjunto da base, foi chapa de meia polegada (12,7 mm). As peças foram cortadas a laser, montadas e soldadas como pode ser visto na Figura 04.



Fonte: autoria própria (2019)

Figura 4. Conjunto da base soldada

Para a confecção dos eixos foram utilizadas barras circulares de 1 polegadas (25,4 mm) de diâmetro, usinadas em um torno CNC localizado no laboratório de engenharia industrial da fábrica. As porcas foram confeccionadas da mesma forma que os eixos, porém, também foi necessário utilizar o processo de fresamento para fazer guias nas porcas para que encaixassem corretamente na base soldada.



Fonte: autoria própria (2019)

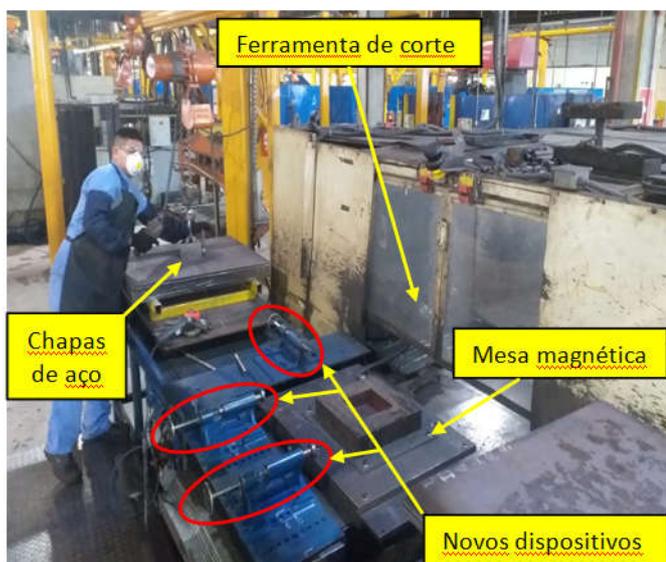
Figura 5. Eixos e porcas usinadas

Após todas as peças necessárias para a montagem de cada dispositivo estarem prontas, os dispositivos foram montados, soldados elevados ao laboratório de engenharia para a realização de testes, assim foram realizados os ajustes necessários para que os dispositivos funcionassem perfeitamente. Depois de serem testados em laboratório, foi aberto uma solicitação para fazer a troca dos antigos dispositivos pelos novos modelos, por fim os dispositivos foram instalados na máquina durante o intervalo dos operadores, não necessitando assim uma ordem de parada do processo, o que poderia gerar uma perda na produção. Os operadores receberam as instruções de como utilizar o dispositivo, se adaptaram rapidamente e aprovaram a inovação, pois desta forma eles perdem menos tempo e produzem mais, alcançando suas metas diárias.



Fonte: autoria própria (2019)

Figura 6. Dispositivos montados e soldados



Fonte: autoria própria (2019)

Figura 7. Dispositivos instalados na máquina em funcionamento

Check – Verificar

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em junho de 2019 após a instalação, foram realizados novos estudos de tempo (cronoanálises) e feito um comparativo como mostra o quadro 01.

Quadro 1. Comparativo de tempos de antes e depois da instalação do novo mecanismo

Quant.	TEMPO DE SETUP	Data	Quant.	TEMPO DE SETUP	Data
1	0:28:52	13/09/2018	1	0:12:52	15/07/2019
2	0:34:28	18/11/2018	2	0:09:28	17/07/2019
3	0:38:57	25/01/2019	3	0:11:57	23/08/2019
4	0:29:34	06/03/2019	4	0:10:34	28/08/2019
5	0:25:22	21/05/2019	5	0:15:22	30/09/2019
MÉDIA	0:31:18		MÉDIA	0:11:37	

Fonte: Autoria própria (2019)

Com base nos números obtidos em novas cronoanálises verificou-se uma redução de 63,53% no tempo *setup* em função da instalação do novo modelo de dispositivo de ajuste, com isso obteve-se uma redução de cerca de 1 (uma) hora por dia

nos processos de *setups* da máquina. Paralelamente a redução do tempo de *setup* ocorreu também a redução do custo de processo e o ganho de produção referente a quantidade de peças que podem ser usinadas durante um dia de trabalho. Cada hora de máquina+homen, custa R\$ 128,56 (valor obtido em planilhas de custo da fábrica), da data de instalação (26/06/2019) até a data de (25/04/2020) totalizaram-se 219 (duzentos e dezenove) dias de uso do dispositivo o que gerou uma economia de R\$ 28.154,64 (vinte e oito mil cento e cinquenta e quatro com sessenta e quatro centavos) apenas com a redução do tempo de *setup*. O custo total para se fabricar o três dispositivos, foi de R\$ 1.402,33 (Um mil quatrocentos e dois reais e trinta e três centavos), ou seja, com 11(onze) dias já se obteve o payback (retorno do valor investido). O novo modelo implantado também aumentou a precisão de ajuste que antes era de 25 mm para 0,005 mm, pois o sistema de ajuste conta com um eixo roscado com passo de rosca de 2 milímetros, ou seja, a cada volta de 360° na manivela o eixo avança do sentido transversal 2 unidades de milímetros. Com a redução do tempo necessário para se realizar os ajustes, houve também um ganho relacionado a questão ergonômica de modo que o operador não necessitou passar muito tempo em uma posição ergonômica desconfortável. O protótipo que foi desenvolvido é totalmente mecânico e não conta com nenhum tipo de aparato tecnológico ou informatizado, desde modo, existem várias melhorias que ainda podem ser feitas, como por exemplo: substituir os eixos que funcionam manualmente por atuadores elétricos, automatizar o modo de funcionamento utilizando um CLP (controle lógico programável) e utilizar programas predefinidos com o objetivo de reduzir ainda mais o tempo de *setup*, seguindo assim o modelo de equipamentos da indústria 4.0. Neste estudo, não foi cotado o valor total para se montar um dispositivo no modelo automatizado, pois a intenção da empresa era solucionar o problema de forma rápida e que não parasse o processo. Com base nos resultados obtidos, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para discutir sobre métodos alternativos ao PCDA que também possam ajudar na redução do tempo de *setup*. A ferramenta TRF (Troca rápida de ferramenta), é uma das metodologias mais utilizadas quando se trata em redução de tempo de *setup* em processos industriais, a técnica pode ter sua eficiência comprovada mediante artigos científicos e trabalhos acadêmicos. De acordo com Sugai, McIntosh e Novaski (2007), a metodologia é considerada a principal referência quando se trata de redução dos tempos de *setup* de máquinas. Segundo Fernanda Cavicchioli Zola, autora do artigo que tem como título: *Redução do tempo de setup: uma proposta de melhoria aplicada a uma empresa do setor metal mecânico*, publicado pela revista Gestão Industrial. Ponta Grossa, v. 14, n. 2, p. 77-95, abr./jun. 2018, ao utilizar a ferramenta TRF atrelada a metodologia PDCA, juntamente com o desenvolvimento de um simples dispositivo mecânico de alinhamento de chapas utilizado em uma máquina de corte plasma, obteve êxito com a redução em 35,27% no tempo de *setup* do processo avaliado em sua pesquisa. Portanto, comparando-se os resultados alcançados neste nosso estudo e o estudo realizado pela autora acima, em ambos podemos ver que é possível aplicá-lo no processo produtivo estudando a técnica de redução do tempo de *setup*, logo concluímos que o nosso objetivo geral do trabalho foi alcançado.

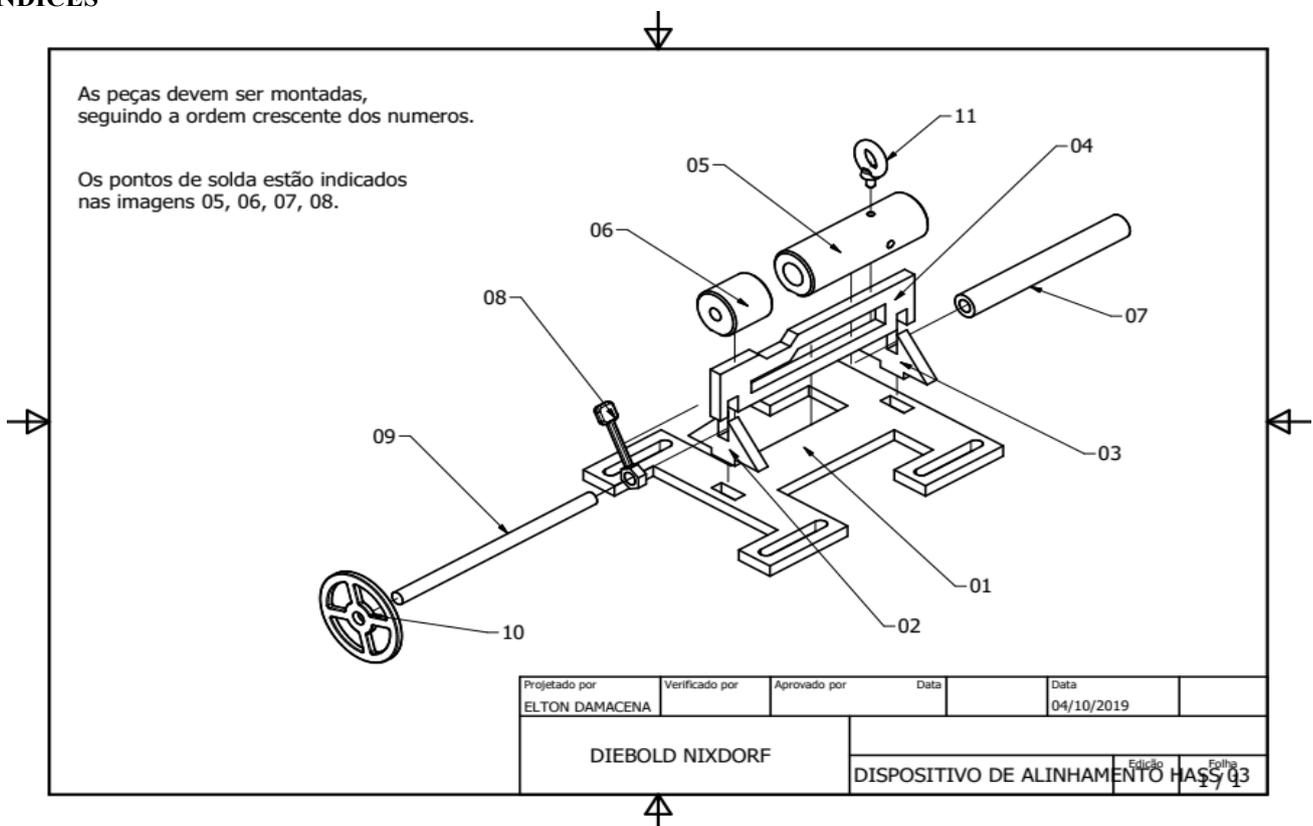
Action – Agir: Após a conclusão das etapas anteriores e verificação da eficiência do modelo implantado, os operadores da máquina foram treinados, a instrução normativa de trabalho

foi atualizada, e o novo modelo de dispositivo foi definido como padrão no setor de usinagem da empresa.

Considerações Finais

A empresa onde o estudo foi realizado contava com uma grande perda de tempo na realização do setup de uma máquina de usinagem CNC, para se manter competitiva no mercado e entregar produtos dentro dos prazos pré-determinados a empresa investe constantemente em modelos de inovação. O objetivo principal do desenvolvimento do dispositivo projetado e fabricado pelos discentes do curso de engenharia mecânica, era reduzir o tempo de setup no processo de usinagem de chapas metálicas, com o auxílio de profissionais qualificado e ferramentas de qualidade, obtivemos êxito nesta atividade pois o tempo de setup foi reduzido em 63.53% quando comparado aos valores anteriores, a redução do custo do processo também foi significativa, com um investimento inicial de R\$ 1.402,33 a empresa obteve uma redução de custos de processo de R\$ 28.154,64 em apenas dez meses, além de ganhos que favorecem a produção, como: melhoria da ergonomia, redução da perda de matéria prima decorrente de falhas no setup. A aplicação de métodos e ferramentas de qualidade, vinculadas ao conhecimento empírico e teórico adquiridos durante o curso de engenharia, possibilitaram o desenvolvimento de um dispositivo mecânico que trouxe melhorias significativas a um processo industrial. Por fim, com base em nas bibliografias consultadas, podemos considerar que todo processo está sujeito a melhorias.

APÊNDICES



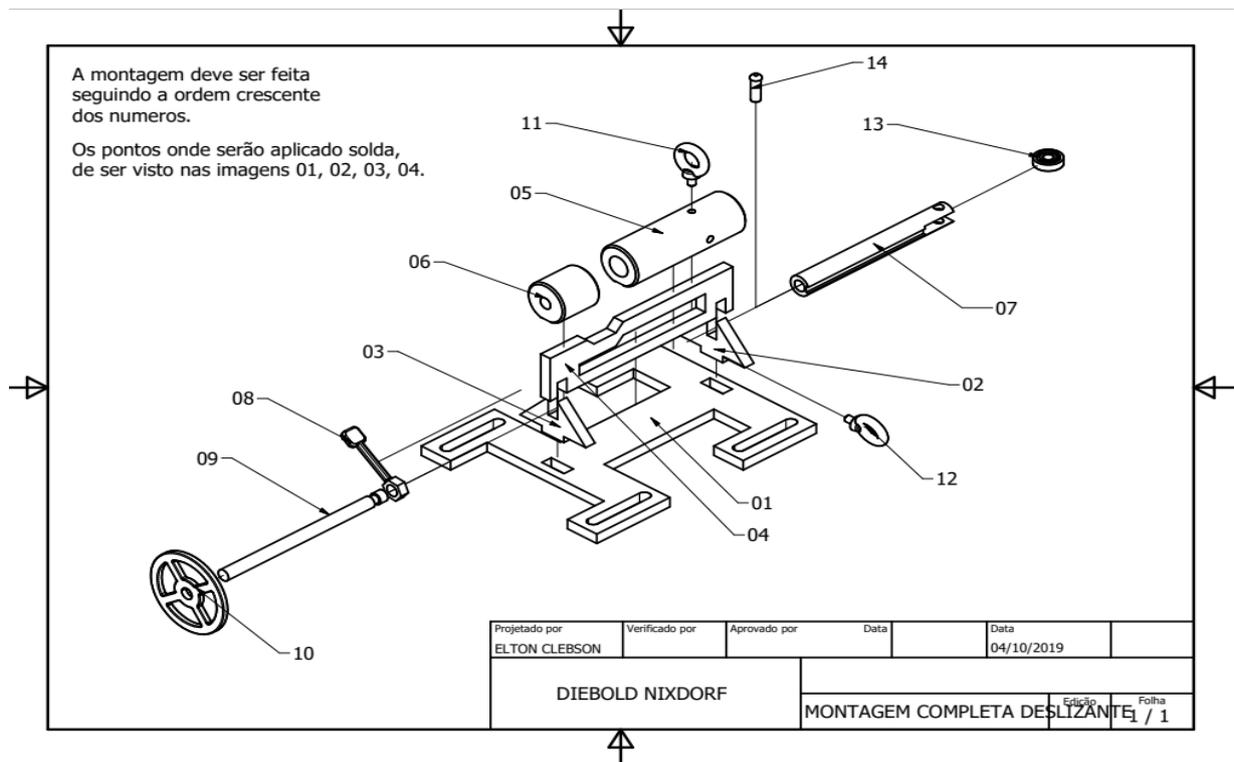
Fonte: Autoria própria (2019)

Figura 9. Estrutura detalhada do dispositivo (modelo A)

A redução de tempo do tempo de *setup*, custo e falhas devem sempre ser consideradas como um objetivo de qualquer empresa, para alcançar assim o objetivo final que é entregar produtos de forma rápida e com qualidade ao consumidor final.

REFERENCIAS

- FALCONE, V. TQC Controle da Qualidade Total no estilo japonês. 2 ed., Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços LTDA, 2004.
- PASCAL D.: Lean Production Simplified: a Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System. 2 ed. New York: Productivity Press, 2007.
- SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- SUGAI, M.; MCINTOSH, R. C.; NOVASKI, O. Metodologia de ShigeoShingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. Revista Gestão & Produção, São Carlos, v. 14, n. 2, p. 323-335, maio/ago. 2007.
- TUBINO, D. F. Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica. Porto Alegre: Bookman, 1999.
- WERKEMA, M. C. C. Lean Seis Sigmas: Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing. Belo Horizonte: Werkema, 2006.
- ZOLA, F. C.; SOUZA, R. H.; MARINHO, L. H. N.; ARAGÃO, F. V. Redução do tempo de setup: uma proposta de melhoria aplicada a uma empresa do setor metal mecânico. R. Gest. Industr., Ponta Grossa, v. 14, n. 2, p. 77-95, abr./jun. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rgi>>. Acesso em: XXX.



Fonte: autoria própria (2019)

Figura 10. Estrutura detalhada do dispositivo (modelo B)
