

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA MELHORIA EM FABRICAÇÃO DE PEÇAS DE FERRO FUNDIDO

QUALITY TOOLS TO IMPROVE CAST IRON PARTS MANUFACTURING

Douglas Falaguera Meneses¹

Gilson Eduardo Tarrento²

RESUMO

Neste trabalho foram utilizadas as ferramentas de diagrama de Ishikawa ou também denominada como espinha de peixe, 5W2H e *Brainstorming* com objetivo de melhorar a produtividade e reduzir o índice de peças não conformes provenientes de processo de usinagem para a melhoria de um processo de usinagem em peças de material de ferro fundido de complexidade elevada em sua produção reduzindo o número de refugos. Este tipo de análise trata-se de ferramentas relativamente simples de se utilizar e com alta eficiência, sendo o presente exemplo evidenciado com aplicação prática. Com o desenvolvimento e aplicação desta ferramenta, foi possível a descoberta das principais causas de peças com deslocamento da usinagem em relação ao contorno do fundido, cuja eliminação propiciou uma alta redução de refugo de 70% e maximização do lucro em 112%.

Palavras-chave: Melhoria da qualidade, Usinagem de peças.

ABSTRACT

For this study Ishikawa diagram tool or also called fishbone was used, for the improving machining process in parts of cast iron material of high complexity for its production, reducing the number of scraps. This type of analysis is a relatively simple tool to use, showing high efficiency, being this example evidenced with practical application. Developing and applying tool, it was possible to discover the main causes of a given problem, whose elimination provided a high scrap reduction of 70% and profit maximization by 112%.

Key words: Quality improvement. Parts machining

¹ Tecnólogo em Produção Industrial - Fatec-Botucatu.

² Docente da Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Av. José Ítalo Bacchi, s/n - Jardim Aeroporto, Botucatu - SP, 18606-851. e-mail: gilson.tarrento@fatec.sp.gov.br

1 INTRODUÇÃO

Tendo em vista que neste estudo de caso foram utilizadas ferramentas como 5W2H, *brainstorming* e diagrama de *Ishikawa*, buscou-se na literatura trabalhos publicados que apresentassem resultados positivos com o uso das referidas ferramentas.

Bellato e Mazzonetto (2021) ao pesquisarem uma empresa metalmecânica, no setor de tratamento térmico, observaram as possíveis causas e soluções, através da aplicação da ferramenta diagrama de *Ishikawa*, onde o ganho do estudo realizado foi em qualidade, com 100% dos problemas corrigidos, sendo possível atingir a expectativa de vida útil das peças tratadas, ou seja, 43.770 horas ou, aproximadamente, 5 anos, provendo melhorias durante todo o fluxo produtivo.

Já Cavallari *et al.* (2020), notaram em sua pesquisa que, uma indústria, através da ferramenta de diagrama de *Ishikawa* e 5W2H, reduziu o percentual de 61,2% de peças retornadas para 20%, gerando ganhos financeiros tangíveis da ordem de R\$141.541,00 ao ano, sendo que, a recuperação do investimento inicial de R\$ 259.000,00 será recuperada em aproximadamente dois anos.

Pujati *et al.* (2017) realizaram um trabalho sobre a aplicação de ferramentas da qualidade na busca de melhoria contínua e redução de erros na área de soldagem para manufatura de torres eólicas, onde foram levantadas, abordadas e discutidas todas as falhas e possíveis causas de erros, através da formação de equipes, utilização de ferramentas de apontamento como Pareto e diagrama de *Ishikawa* e *brainstorming*. Em quatro meses foram nítidos os ganhos com a identificação e aplicação das modificações na empresa, os erros que anteriormente representavam 73,7% passando para atuais 18,70%.

Colaborando, Castro, Souza e Rui (2021), em sua pesquisa, notaram uma redução dos custos da não qualidade em uma organização metalúrgica e moveleira onde, para o encontro dos resultados planejados foi utilizada a metodologia A3 e as ferramentas de qualidade estratificação, Diagrama de *Ishikawa*, Matriz GUT e 5W1H. Após a efetivação das ações propostas, os custos de Sucata gerados nos meses de junho e julho de 2021 são respectivamente iguais a R\$3.712,85, redução de 27% e R\$2.733,07 redução de 46%, em comparação a média dos custos do semestre estudado R\$5.108,51.

E ainda, Carvalho (2021) constaram que, em uma empresa metalúrgica com sede na cidade de São José dos Pinhais, foi realizada aplicação de um projeto para redução de não conformidades, com o objetivo de melhoria em uma peça chamada caixa de bateria, as ferramentas da qualidade que foram utilizadas para a aplicação do projeto, com o diagrama

de *Ishikawa*, foram colocados em pauta as causas, com a Matriz GUT foram priorizadas as causas, e após isso foi realizado um *brainstorming*, e 5W2H como plano de ação para as causas priorizadas, como teste produzindo 100 unidades, das quais apenas uma apresentou não conformidade, o que representa 1%, sendo que antes o índice de não conformidade era de 5%, ou seja, foi reduzido em 4% o índice de não conformidade.

Freire *et al.* (2019), em estudo com o objetivo de mostrar a análise e solução de problemas, utilizando as Ferramentas da qualidade em um setor de usinagem em uma empresa do ramo metalúrgico, constataram que o setor conseguiu um índice de 0,11% de sucata, sendo que a meta é de 0,22%. O tempo de setup também foi reduzido de 40 minutos para 10 minutos com a mudança no método de troca rápida de ferramenta.

Gaigher e Feroni (2021) levantaram as causas do alto índice de falta de materiais no processo de manufatura em uma montadora automotiva. Para isso, foram aplicadas algumas ferramentas de gestão da qualidade como MASP, diagrama de causa-efeito (*Ishikawa*), cinco porquês, 5W2H e lista de verificação. O resultado foi uma redução de 90,14% nos atrasos de fornecedores.

Junior e Pacheco (2019) observaram as causas de alto índice de refugo e retrabalho no processo de manufatura em uma fábrica de sistemas de embreagem. Para isso, foram aplicadas algumas ferramentas de gestão da qualidade como Metodologia de Análise e Solução de Problemas – MASP, diagrama de causa e efeito, cinco porquês, 5W 2H e análise de causa raiz. Como resultado nos primeiros seis meses subsequentes a implementação das ações os custos foram reduzidos 95,32% valores superiores a ordem de R\$30.000,00.

Já Andrade, Gomes e Junior (2021), em estudo com o objetivo de soluções e melhorias para redução de quebra da máquina ensacadeira, apontaram que o uso das ferramentas da qualidade como diagrama de *Ishikawa*, matriz GUT e 5W2H, integraram-se ao MASP. Após aplicação do MASP, os resultados mostraram uma redução de 64% do tempo de parada de linha por quebra da máquina ensacadeira.

Braintt e Fettermann (2014), em sua pesquisa, notaram que com o uso do método DMAIC, foi possível obter reduções de 36,09% das perdas relacionadas a pedidos parados e de 4% no custo com o gerenciamento do estoque.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo reduzir o índice de peças não conformes provenientes de processo de usinagem, sendo levantadas as possíveis causas de erros, através da formação de equipes multidisciplinares e utilização de ferramentas da qualidade como diagrama de *Ishikawa*, 5W2H e *brainstorming*.

2 MATERIAIS E MÉTODO

Para fundamentar este estudo de caso, foi realizada uma revisão bibliográfica com base em artigos publicados que apresentavam resultados de aplicações das ferramentas de ferramentas da qualidade utilizadas neste trabalho.

Este estudo de caso foi realizado em uma empresa do segmento industrial em usinagem de materiais central localizada em uma cidade do interior do Estado de São Paulo, com uma área total de 1.000 m² de área construída. Esta empresa tem cerca de 65 colaboradores que atuam como mão de obra direta alocada no processo produtivo.

A melhoria foi aplicada como um estudo de caso, com informações de peças não conformes relatadas pelo cliente onde as mesmas apresentavam deslocamento dos furos em relação ao contorno da peça. Foi registrada a falha em seu sistema de gestão da qualidade. Como contenção, foi bloqueado o roteiro de fabricação das ordens ativas na produção, na análise de causa foi utilizado diagrama de Ishikawa e brainstorming com uma equipe multidisciplinar formada por supervisor da qualidade, supervisor de produção, líder de centro de usinagem, inspetor de qualidade, supervisor de engenharia, analista da qualidade, programador de manufatura assistida por computador (CAM- *Computer-Aided Manufacturing*), os plano de ação foram aplicados 5W2H para concluir as execução, como verificação da eficácia foram monitorados os próximos lotes após a alteração do processo de fabricação. O gerenciamento de todas as etapas para solução dessa não conformidade foram realizadas no DOO! Um software de gestão de qualidade.

A Figura 1 mostra o método de fixação em 4 pontos de fixação onde não se garante o posicionamento das peças repetidamente no centro do material fundido.

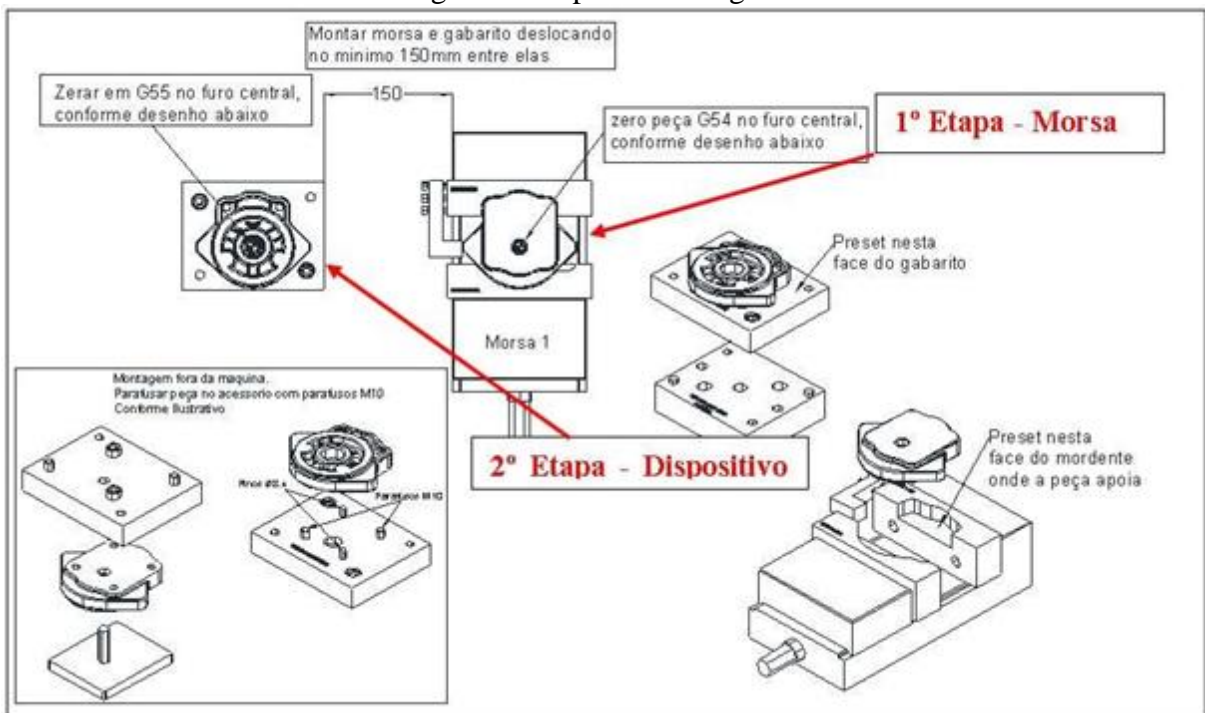
Figura 1- Método de fixação com 4 pontos.



Fonte: O autor (2022).

Foi projetado esse método de fixação utilizando como referência usinagem de blocos e placas de retangulares após o processo de corte em serra fita vertical ou horizontal. Não foi levado em consideração que a matéria prima é resultante de processo de fundição. Todo o processo de usinagem da peça foi realizado 2 etapas em centro de usinagem vertical 3 eixos, sendo uma realizada na morsa e outra com a utilização de um dispositivo, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2- Etapas de usinagem.



Fonte: O autor (2022).

A Figura 3 descreve as etapas da operação antes da aplicação da melhoria em centro de usinagem vertical 3 eixos.

Figura 3- Descrição de operação referente a Figura 2.

Descrição das etapas antes aplicação da melhoria.

- 1- Montar morsa e gabarito com deslocamento mínimo de 150 mm entre eles.
- 2- Realizar o zero peça da morsa em G54 no furo central do material fundido.
- 3- Realizar o zero peça do dispositivo em G55 no furo central usinado na etapa 1.
- 4- Realizar na morsa o preset de Z no mordente onde a peça apoia.
- 5- Realizar na face do dispositivo o preset de Z.

Fonte: O autor (2022).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com resultados obtidos neste estudo de caso, foi possível observar que a prática das ferramentas da qualidade diagrama de Ishikawa ou também denominada como espinha de peixe, 5W2H e Brainstorming pode contribuir de forma favorável para as empresas que as utilizam.

Na Figura 4, é possível observar que após a usinagem o furo ficou deslocado para parte inferior do fundido.

Figura 4- Peça com deslocamento 1.



Fonte: O autor (2022).

Já na Figura 5, observa-se que após a usinagem o furo ficou deslocado para parte superior do fundido.

Figura 5- Peça com deslocamento 2.



Fonte: O autor (2022).

Nota-se na Figura 6, que após a usinagem o furo ficou deslocado a esquerda do fundido.

Figura 6-Peça com deslocamento 3.



Fonte: O autor (2022).

Após a usinagem do lote foi detectado desvios de 0,60 mm a 1,80mm da usinagem do centro do material fundido. A tolerância aceitável de desvio no projeto é de 0,50mm, na Figura 7 mostra o registro da não conformidade no software DOO! de 70 peças não conformes e 30 dentro do projeto.

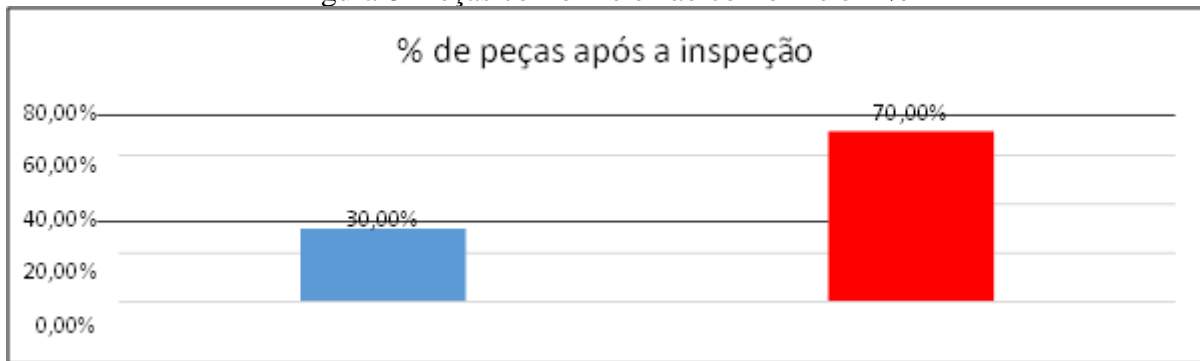
Figura 7- Registro de peças não conforme.

Produto/Serviço			
Nota fiscal		Ordem de produção	1738/2021
Item	1.0055.0107330-M (1.0055.0107330-M)		
Quant. NC	70,00	Quant. total	100,00
Peso NC	0,00	Peso total	0,00

Fonte: O autor (2022).

A Figura 8 apresenta que apenas 30% das peças apresentaram estar com a usinagem dentro da tolerância do centro do fundido e 70% com a usinagem fora tolerância do centro do fundido conforme.

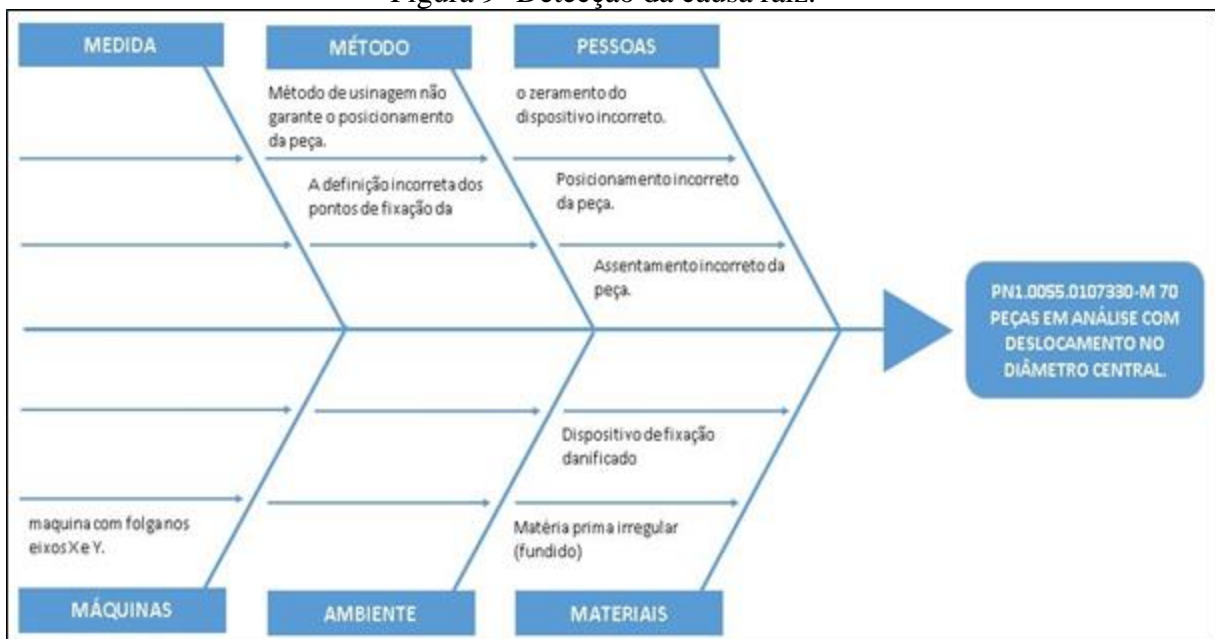
Figura 8- Peças conforme e não conforme em %



Fonte: O autor (2022).

Na detecção da causa raiz para o deslocamento da usinagem no centro da peça foi utilizado diagrama de Ishikawa e brainstorming com uma equipe multidisciplinar, onde a Figura 9 indica as possíveis causas para geração da falha.

Figura 9- Detecção da causa raiz.



Fonte: O autor (2022).

A equipe identificou como causa primária ou principal que o método de usinagem não garante o posicionamento da peça, fixação inadequada.

Para aplicação e conclusão do plano de ação foi utilizado a ferramenta 5W2H no software DOO! conforme demonstrado na Figura 10.

Figura 10- Plano de ação

Ação	
Método	5W2H
Etapa	
O que?	Desenvolver um novo método de fixação
Quem?	Douglas Meneses (DMENESES)
Quando?	Data início 01/11/2021 Data fim 10/11/2021
Onde?	Método e processos
Porquê?	Eliminar o posicionamento incorreto da peça
Como?	Reunir equipe multidisciplinar para definir método de fixação com repetibilidade no posicionamento da peça.
Custo	0,00
O que foi feito?	Executado em: 12/01/2022 08:00:00 Foi desenvolvido novo método de fixação utilizando apenas 3 pontos com orientação pelo furo central do fundido. Segue informação em anexo.

Fonte: O autor (2022).

Como resultado do plano de ação foi desenvolvido novo método de fixação utilizando apenas 3 pontos com orientação pelo furo central do fundido, conforme indica a Figura 11.

Figura 11- Novo método de fixação de 3 pontos.

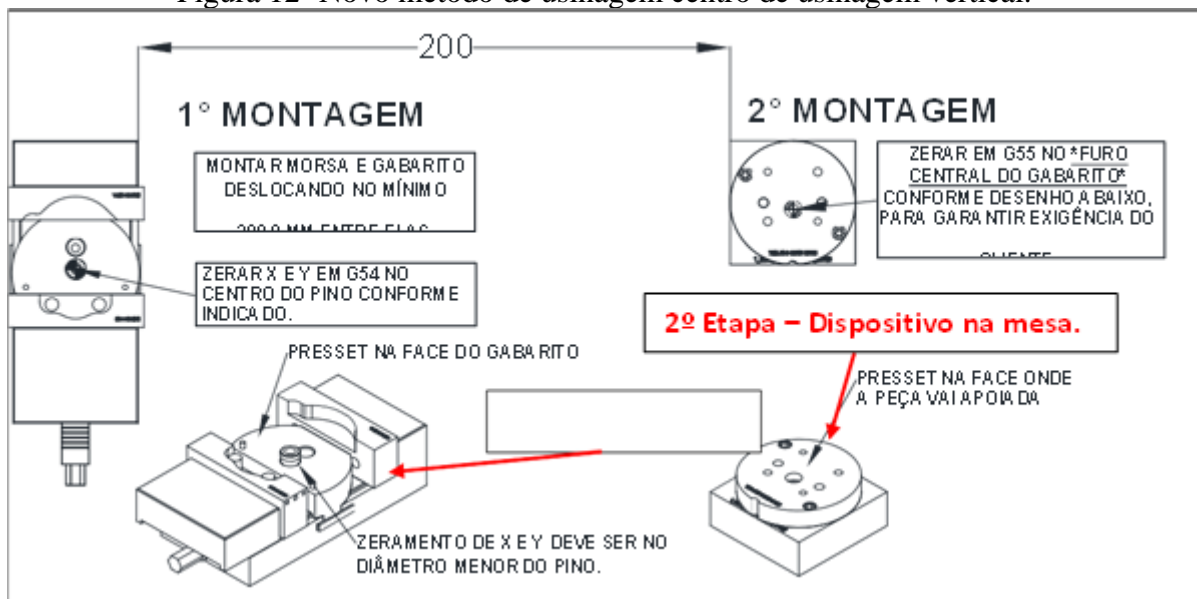


Fonte: O autor (2022).

Com o novo processo de usinagem da peça, ocorreu um aumento nas etapas e tecnologias de usinagem utilizando centro de usinagem vertical 3 eixos e torno de Controle Numérico Computadorizado (CNC- Computer Numeric Control), sendo realizadas as etapas a primeira e segunda em centro de usinagem vertical a terceira em torno cnc, mostrado na Figura 12.

O tempo total de usinagem no centro vertical de usinagem foi de 5 minutos e 44 segundos de máquina.

Figura 12- Novo método de usinagem centro de usinagem vertical.



Fonte: O autor (2022).

A Figura 13 descreve as etapas da operação após a aplicação da melhoria em centro de usinagem vertical 3 eixos.

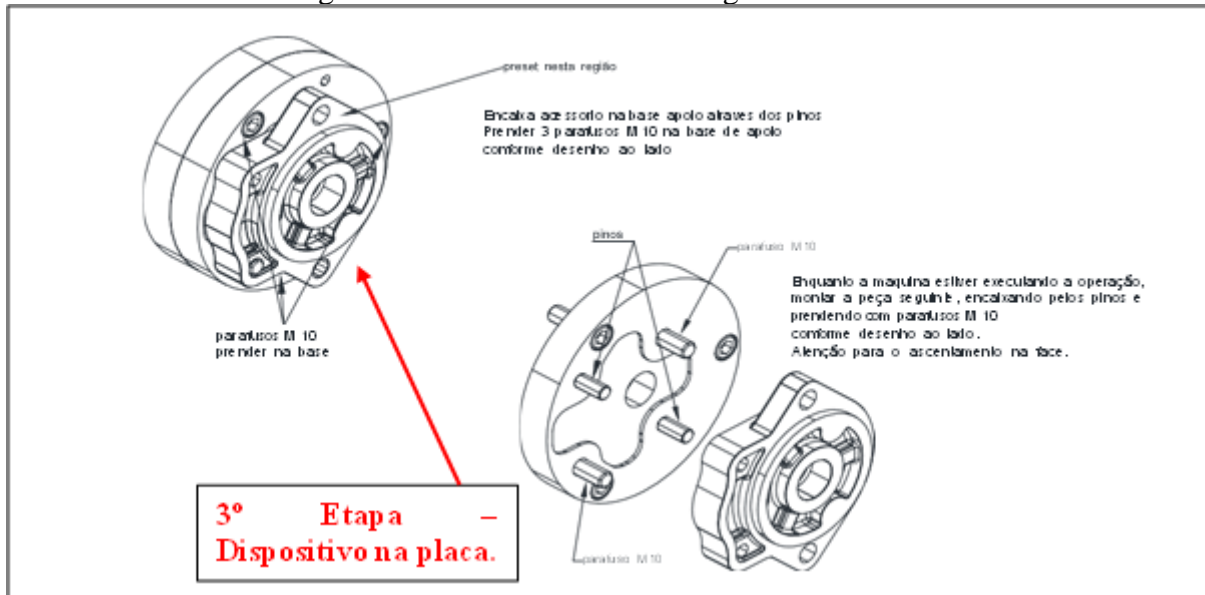
Figura 13- Descrição de operação referente a figura 11.

Descrição das etapas após aplicação da melhoria.
1- Montar morsa e gabarito com deslocamento mínimo de 200 mm entre eles.
2- Realizar o zero peça da morsa em G54 no pino centralizado no meio da morsa.
3- Realizar o zero peça do dispositivo em G55 no furo central do dispositivo.
4- Realizar na morsa o <u>preset</u> de Z na face da base do pino.
5- Realizar na face do dispositivo onde a peça vai apoiada o <u>preset</u> de Z.

Fonte: O autor (2022).

A Figura 14 mostra usinagem no torno cnc onde o tempo total de usinagem foi de 6 minutos e 11 segundos.

Figura 14- Novo método de usinagem torno cnc.



Fonte: O autor (2022).

Com a fixação sendo pelo furo do fundido não ocorreu desvios da usinagem do centro do material fundido e foram aprovadas todas as peças após a aplicação do novo método de fixação em 3 pontos. As Figura 15 e 16 ilustram as peças aprovadas.

A Figura 15, apresenta o lote de peças usinado após a aplicação do novo método de fixação onde todas as peças foram aprovadas o furo no centro do material fundido.

Figura 15-Peça sem deslocamento 1.



Fonte: O autor (2022).

Já na Figura 16, é possível observar que após a usinagem o furo ficou no centro do material fundido.

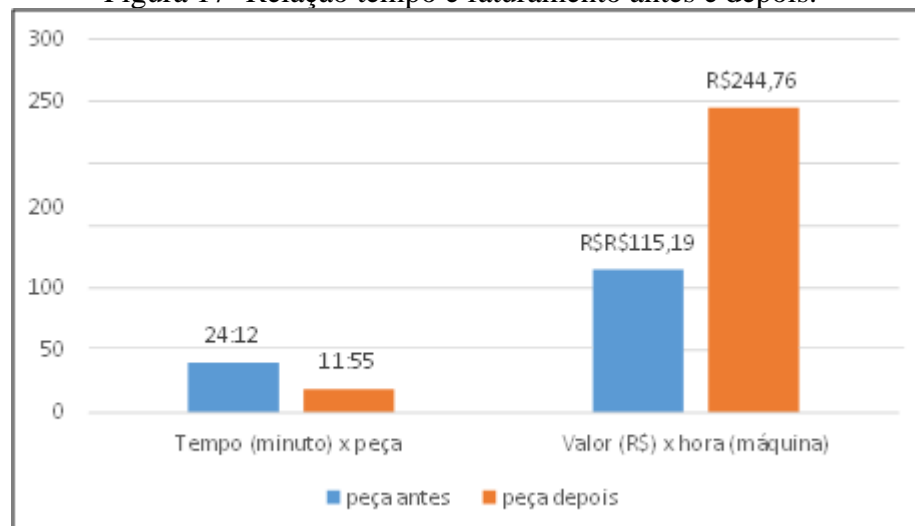
Figura 16- Peça sem deslocamento 2.



Fonte: O autor (2022).

Somando o tempo de todas as etapas do novo método de usinagem uma peça é concluída em 11 minutos e 55 segundos de máquina, ou seja, houve uma redução no tempo de usinagem em aproximadamente 53%. Na Figura 17, verifica-se que antes, em uma hora de produção, era possível faturar R\$ 115,19 e depois foi para R\$ 244,76, maximizando o lucro em 112 %.

Figura 17- Relação tempo e faturamento antes e depois.



Fonte: O autor (2022).

4 CONCLUSÕES

A aplicação das ferramentas Ishikawa ou também denominada como espinha de peixe,

5W2H e Brainstorming para a melhoria de um processo de usinagem, resultou em uma redução no refugo de 70% e maximização do lucro em 112%, atendendo assim o objetivo do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. E. C. M.; GOMES, T. C.; JUNIOR, M. W. J. S. Aplicação da metodologia de análise e solução de problemas (masp) na produção de ovos de Páscoa em uma indústria de chocolates. **South American Development Society Journal**, Espírito Santo, ES, v. 7, n.20, p. 185-203, ago. 2021. Disponível em: <https://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/421/381>. Acesso em: 28 maio. 2022.

BELLATTO, J. C.; MAZZONETTO, A.W. Análise da implementação de melhorias no fluxo de processo em uma empresa metalmeccânica. **Bioenergia em revista**, Piracicaba, SP, V.11, n. 1, p.200-220, Jan/jun 2021. Disponível em <http://www.fatecpiracicaba.edu.br/revista/index.php/bioenergiaemrevista/article/view/419/373807>. Acesso em: 24 out. 2021.

BRAINTT, B.; FETTERMANN, D. C. Aplicação do DMAIC para a melhoria contínua do sistema de estoque de uma empresa de informática. **Produto & Produção**, Ilheus, BA, v. 15, n.4, p. 29-41, dez. 2014. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/ProdutoProducao/article/view/51559/32216>. Acesso em: 21 maio. 2021.

CARVALHO, A. H. *et al.* Redução do índice de não conformidade da peça caixa de bateria em uma indústria metalúrgica. **Inova+ Cadernos de Graduação da Faculdade da Indústria**, São José dos Pinhais, PR, v. 2, n. 2, p. 443-465, ago 2021. Disponível em: <http://app.fiepr.org.br/revistacientifica/index.php/inovamais/article/view/626/586>. Acesso em: 8 maio. 2022.

CASTRO, L. R.; SOUZA, R. L. F.; RUI, C. Proposta para Redução do Custo da Não Qualidade Através da Metodologia A3 em Uma Empresa Metalúrgica e Moveleira da Serra Gaúcha. **Revista Conectus**, Caxias do Sul, RS, v. 1 n.4, p.1-27, out. 2021. Disponível em: <https://revista.ftec.com.br/index.php/01/article/view/58/73>. Acesso em: 18 mar. 2022.

CAVALLARI, S, J. *et al.* Aplicação das ferramentas da qualidade para diminuição dos refugos no processo produtivo: Um estudo de caso aplicado na indústria de autopeças. **Intellectus Revista Acadêmica Digital**, Jaguariúna, SP, V.62, n. 1, p. 40-54, 2020. Disponível em: <http://www.revistaintellectus.com.br/artigos/71.879.pdf>. Acesso em: 25 out. 2021.

FREIRE, A. S. *et al.* Redução de indicadores de sucata por meio de ferramentas da qualidade: um estudo de caso de uma indústria metal mecânica, segmento duas rodas. **ITEGAM- JETIA**, Manaus, AM, v. 5, n.19, p. 136-144, set. 2019. Disponível em: <http://itegam-jetia.org/journal/index.php/jetia/article/view/506/374>. Acesso em: 8 maio. 2022.

GAIGHER, H. A.; FERONI, R. C. Aplicação da metodologia de análise e resolução de problemas (masp) em uma indústria montadora automotiva. **Brazilian Journal of Production Engineering**, Espírito Santo, ES, v. 7, n.2, p. 183-193, dez. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/37036/24345>. Acesso em: 21 maio. 2022.

JUNIOR, A. M. A.; PACHECO. B. C. S. A redução de custos de refugo por meio da aplicação da metodologia Masp em uma fábrica de sistemas de embreagem no interior do estado de São Paulo. In: IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 9, 2019, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: CONBREPRO, 2019. Disponível em: http://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/10152019_081032_5da5b33caca0c.pdf. Acesso em: 21 maio. 2022.

PUJATI, A. R. *et al.* Aplicação da ferramenta da qualidade kaizen em uma metalúrgica para manufatura de torres eólicas. **Colloquium Exactarum**, Presidente Prudente, SP, v. 9, n.2, p.33-46, jun. 2017. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/ce/article/view/1633/1972>. Acesso em: 13 mar. 2022.