

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DIAGRAMA DE ISHIKAWA, MÉTODO DOS 5 PORQUÊS E *POKA YOKE*: UM ESTUDO DE CASO NA FABRICAÇÃO DE PEÇAS METÁLICAS

APPLICATION OF ISHIKAWA DIAGRAM TOOLS, THE 5 WHY'S METHOD AND *POKA YOKE*: A CASE STUDY IN THE MANUFACTURE OF METAL PARTS

Cristina Apolinário de Oliveira¹

Gilson Eduardo Tarrento²

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi apresentar a aplicação e contribuição das ferramentas da qualidade para evitar erros e corrigir defeitos em uma empresa que atua no setor aeronáutico (estamparia) em uma cidade do interior do estado de São Paulo, por meio do seu processo produtivo, em que a ferramenta *Ishikawa* foi utilizada como princípio básico para solucionar o problema detectado: peça não permite montagem. O caso analisado consiste na eliminação do problema, sendo assim os dados foram coletados em uma empresa de estamparia localizada no interior do Estado de São Paulo, especificamente no processo de fabricação de peças para o segmento aeronáutico. Com isso, posteriormente, utilizou-se o método de 5 porquês para chegar em causas fundamentais do problema. A partir disso foi traçado um plano de ação para solução do problema encontrado e aplicado o método *Poka Yoke*, levando a empresa a um patamar mais seguro, onde seus processos se tornam mais estáveis, rápidos e organizados, oferecendo qualidade de alto nível nas linhas de produção visando à redução das perdas e a excelência em seus processos e produtos. Dentro do objetivo proposto após a conclusão do plano de ação, chegou-se a resultados satisfatórios, eliminando a falha de peças montadas do lado oposto ao projeto, garantindo assim que a metodologia proposta fosse eficaz.

Palavras-chave: Ferramentas. Processos. Qualidade.

ABSTRACT

The objective of this work was to present the application and contribution of quality tools to avoid errors and correct defects in a company that operates in the aeronautical sector (stamping) in a city in the interior of the state of São Paulo, through its production process, in which the Ishikawa tool was used as a basic principle to solve the detected problem: part does not allow assembly. The case analyzed consists of eliminating the problem, so the data were collected in a stamping company located in the interior of the state of São Paulo, specifically in the manufacturing process of parts for the aeronautical segment. With this, later, using the 5 whys method to reach the fundamental causes of the problem. From this, an action plan was drawn up to solve the problem found and the *Poka Yoke* method was applied, taking the company to a safer level, where its processes become more stable, fast and organized, offering high-level quality in the production lines aiming at reducing losses and excellence in its processes and products. Within the proposed objective after the completion of the action plan, satisfactory results were achieved, eliminating the failure of parts assembled on the opposite side of the project, thus ensuring that the proposed methodology was effective.

Keywords: Tools. Process. Quality.

¹ Graduada em Produção Industrial pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu.

² Professor Doutor de Ensino Superior pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Avenida José Ítalo Bacchi s/n – jardim Aeroporto – Botucatu – SP CEP: 18606-855. e-mail: gilson.tarrento@fatec.sp.gov.br

1 INTRODUÇÃO

As técnicas de análise de causa raiz investigativa destinam-se a analisar e identificar as causas mais profundas de eventos incomuns. Essas técnicas não se limitam a localizar problemas ou os fatores responsáveis por eles, além de eliminar efetivamente o evento indesejado, mas prevenir sua ocorrência (Dobashi *et al.*, 1999).

Os programas de qualidade focam na satisfação do cliente, utilizando diversas ferramentas e técnicas para uma gestão eficaz de processos e detecção de problemas na organização. Uma das técnicas utilizadas por tais programas são as chamadas ferramentas da qualidade que, além de apoiar a tomada de decisões, auxiliam gestores e colaboradores a determinar pontos de melhoria nos processos produtivos (Silva, 2017).

“Com o objetivo de promover melhoria da qualidade, foram desenvolvidas as ferramentas da qualidade, que facilitam a aplicação de conceitos, coleta e apresentação de dados”, conforme Costa e Mendes (2018).

Diagrama de Causa e Efeito, também conhecido como Diagrama de *Ishikawa*, é utilizado para encontrar causas prováveis que contribuem para um efeito. O método possibilita que a equipe identifique, investigue e mostre através de gráficos os possíveis fatores, as causas relacionadas ao problema ou efeito (Mello *et al.*, 2017).

Para Silva *et al.* (2022, p. 971), o “Diagrama de *Ishikawa* fornece informações que possibilitam a elaboração e execução de um plano de ações ou para que sejam adotadas outras ferramentas e/ou métodos em conjunto.”

Diante deste contexto, Costa e Mendes (2018) concluíram na sua pesquisa que, por meio do uso do Diagrama de Ishikawa e o Método dos 5 porquês, foi possível evidenciar os que influenciavam na perda de produtividade e aprofundar medidas na busca da causa raiz do problema da perda de produtividade.

A análise dos 5 porquês é um método simples e eficaz que contribui para a determinação das causas dos problemas e análise de causa raiz, que é usado principalmente na área da Qualidade, mas pode ser aplicado a outras áreas. O método dos 5 Porquês é uma ferramenta criada por Taijchj Ono, o pai do sistema Toyota de Produção, que consiste em fazer a pergunta Porquê 5 vezes para identificar e compreender a causa do problema, não sendo necessário fazer as cinco perguntas, desde que a causa raiz do problema seja encontrada (SILVA *et al.*, 2022).

Para Niza e Rodrigues (2022, p.285), “o objetivo do método é determinar o que aconteceu, variabilidade encontrada, análise do porquê o problema ter ocorrido e descobrir como reduzir a probabilidade de o problema acontecer novamente”.

De acordo com (Gomes *et al.* 2019), “A filosofia do *Poka Yoke* considera que a qualidade (zero defeito) é obtida por ações objetivas através de dispositivos físicos e não pela exortação a busca da perfeição”. Colaborando, Moura e Banzato (1996), citados por Consul (2015), mencionam que um *Poka Yoke* previne uma falha agindo como uma função reguladora ou mecanismos de detecção.

Os equipamentos *Poka Yoke* em produção têm como funções básicas a parada do sistema produtivo: verificar características predeterminadas do produto e/ ou processo e sinalizar quando forem detectadas anormalidades. Essas funções básicas são usadas para prevenir um defeito, para evitar que ele ocorra ou para detectá-lo após sua ocorrência, e podem, portanto, ser classificadas como funções reguladoras ou mecanismos de detecção (Calarge; Davanso, 2003).

De acordo com Hemetério *et al.* (2020), foi observado que antes da implementação do *Poka Yoke* a linha tinha uma média de 19% de refugo sobre produção, após a implementação do *Poka Yoke*, houve uma queda significativa desse percentual estabilizando em 7% nos últimos dois meses, atingindo um resultado abaixo da meta de 9%.

Ainda, Rocha *et al.* (2022), na sua pesquisa, apontam que, por meio do uso das seguintes ferramentas da qualidade: Diagrama de Ishikawa, 5 Porquês, 5W2H e Benchmarking, foi possível verificar a causa raiz do problema e a melhoria da qualidade do produto.

Colaborando, Richter *et al.* (2022) em pesquisa realizada, concluíram que com o uso das ferramentas kaizen, metodologia 5S, *single minute Exchange of die* (SMED), ciclo PDCA, diagrama de Ishikawa e a metodologia 5 porquês, foi possível obter ganhos de produtividade de 3.100 peças/hora para 4.302 peças/hora, além de uma redução de setup de 16,5 minutos para 6 minutos.

Assim, tendo em vista que o problema a ser pesquisado consistia na dificuldade de montagem de uma peça, este trabalho teve por objetivo apresentar a aplicação e contribuição das ferramentas da Qualidade para evitar erros e corrigir defeitos, em uma empresa que atua no setor aeronáutico (estamparia) em uma cidade do interior do Estado de São Paulo, por meio do seu processo produtivo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, foram utilizados os dados fornecidos pela área de programação e da produção de uma empresa do segmento de estamparia de peças metálicas,

situada no interior do Estado de São Paulo, referentes às atividades envolvidas na fabricação e montagem de peças metálicas.

Diante de conceitos pré-estabelecidos sobre ferramentas da qualidade, definiu-se estratégias para a aplicação de tais ferramentas.

Primeiro foi aplicado o diagrama de *Ishikawa* a 3 níveis hierárquicos, nomeados nos níveis, gerencial, técnico e operacional. A coleta de dados em todas as instâncias do processo objetivo visa melhorar e fechar as lacunas encontradas no processo produtivo como um todo a partir dos níveis de cada profissional.

Após a aplicação do diagrama de *Ishikawa* para definir as causas do problema, foi utilizado o método dos 5 Porquês para encontrar a causa raiz e assim aplicando a metodologia *Poka Yoke* para prevenção e eliminação da probabilidade de erros.

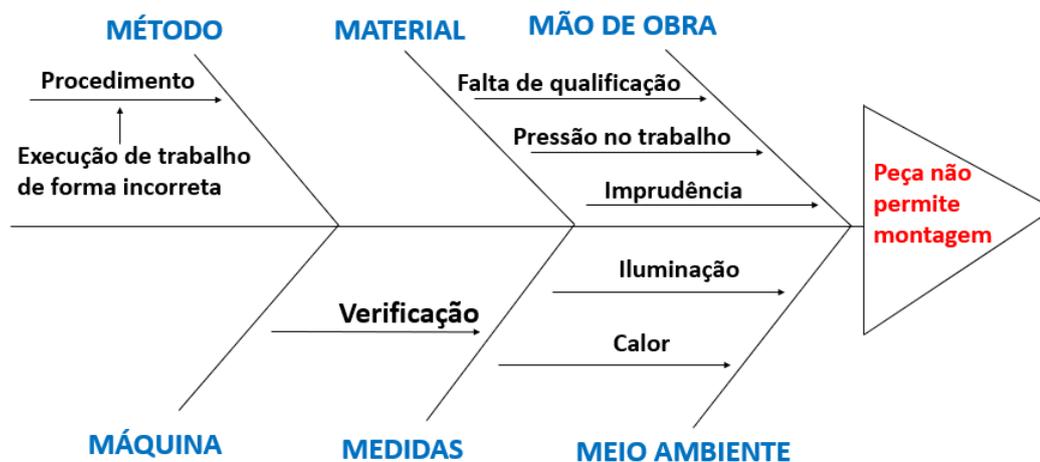
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi solicitado para os envolvidos do processo realização de reuniões e utilização do diagrama de *Ishikawa* para a estruturação das ideias, relacionados ao problema gerado, os quais foram listados abaixo:

- Procedimento interno;
- Falta de qualificação, pressão no trabalho e imprudência;
- Verificação;
- Iluminação e calor.

Para organizar este diagrama, primeiro foi identificado o efeito do problema a ser estudado, foi registrado no desenho que representa a cabeça do peixe e, em seguida, foram registradas, nas espinhas, as causas que podem ter provocado o problema, que no caso é montagem invertida, conforme Figura 1.

Figura 1- Diagrama de Ishikawa



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Com a aplicação do diagrama de *Ishikawa* foram obtidos os principais fatores que podem causar este problema específico, com um estudo mais detalhado foi possível identificar a causa principal que, neste caso, a Mão de Obra. Chegou-se a esta constatação, porque o que diferencia o lado da peça é quase imperceptível, o que levou o operador a não analisar o desenho de forma correta.

Com as possíveis causas delineadas, foi realizado a busca da causa raiz do problema a partir da causa considerada a mais grave, utilizando o método dos 5 porquês, que foram respondidas em conjunto com os operadores ligados diretamente com o processo, conforme apresentado abaixo.

Problema: Peça não permite montagem.

1-Por quê?

Porque a instalação das porcas flanges estão incorretas.

2-Por quê?

Porque a peça está com as porcas flanges instalados do lado inverso do projeto impossibilitando a instalação da mesma.

3-Por quê?

Porque a peça não é simétrica e o operador não se atentou ao desenho de projeto para executar a instalação das porcas flanges.

4-Por quê?

Porque o que diferencia o lado da peça é quase imperceptível, o que levou o operador a não analisar o desenho de forma correta.

Causa raiz: Ato de imprudência ao realizar a atividade.

Por meio do método dos 5 Porquês foi possível aprofundar na busca da causa raiz que consiste em perguntar, diante de cada fato, por que ele aconteceu por cinco vezes ou até que se encontre sua verdadeira causa, portanto chegou-se a causa raiz no 4 porquê. Nota-se que a causa raiz da peça não permitir montagem foi devido a imprudência do operador ao realizar a atividade.

Pode-se constatar que na organização em estudo, os operadores têm um volume alto de demanda a produzir, o que resultou em uma análise inadequada do desenho para a instalação das porcas flanges ocasionando o erro. A partir da causa raiz encontrada, faz-se necessário o levantamento de possíveis soluções para sanar a não conformidade.

Uma das formas de combater o erro causado pelo homem é através da formação contínua dos operadores nas tarefas a que são atribuídos. Embora esta solução não elimine completamente o erro do operador, porque sempre cometera erros, é um suporte importante para minimizá-los.

Para o caso em discussão neste estudo de caso, o dispositivo *Poka Yoke* atuaria de forma a prevenir o erro, propiciando qualidade e produtividade ao trabalhador no desenvolvimento da sua atividade.

As causas comprovadas foram identificadas após repetibilidade do processo, o que justificou a necessidade da implantação de um dispositivo *Poka Yoke*.

Foi evidenciado que os operadores que atuam na montagem das peças executam as atividades separadamente, de forma que cada operador cumpra uma etapa do processo.

O processo de montagem das peças é executado e separado por bancadas, iniciando na bancada A, onde o operador deve analisar o desenho produtivo da ordem para identificar o lado correto que será realizado a instalação das porcas flanges ou componente indicado no desenho.

Após a análise, o operador deve escarear as peças e encaminhá-las para a bancada B, onde foi executado o posicionamento das porcas flanges, conforme ilustra o desenho produtivo.

Posteriormente, as peças são encaminhadas para a bancada C onde o operador irá realizar a cravação das porcas flanges e por fim executar a limpeza das peças para que elas possam passar para o controle de qualidade.

Constatou-se que as operações das bancadas A e B requer uma atenção considerável pois é difícil identificar o problema, pois o ritmo de trabalho é rápido e a pessoa que permanece no posto A não visualiza de forma rápida o desenho, podendo gerar a ocorrência de falhas irreversíveis.

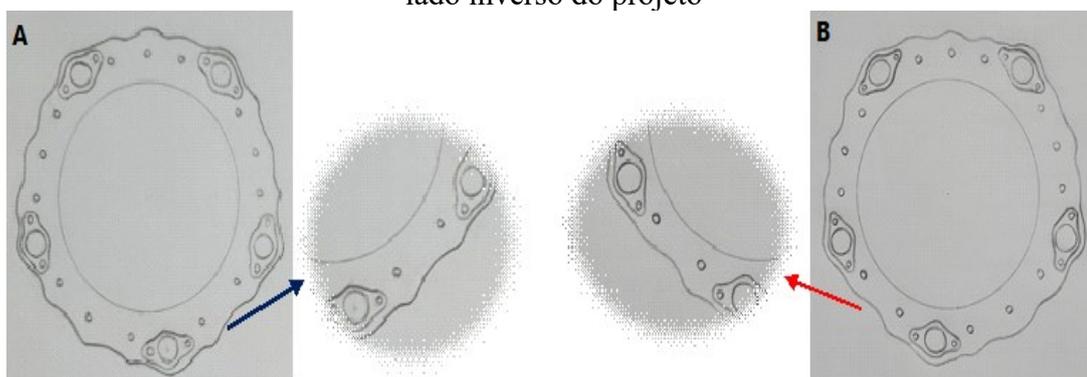
Posteriormente a essas observações, percebeu-se que a melhor opção é a criação de dispositivo *Poka Yoke* de prevenção, já que ele tem como objetivo eliminar por completo qualquer causa geradora de erro. Essas causas que dão origem às falhas podem ser desde a falta de treinamento das equipes até o excesso de atividades manuais. Colaborando, Andrioni Filho e Oliveira (2014) mencionam que o uso de dispositivos *Poka Yoke* colaboram para a redução de paradas de linhas de produção.

A propósito, a literatura disponibiliza diversos trabalhos que, comprovadamente, apontam evidências favoráveis com uso de dispositivos *Poka Yoke*, onde:

Colombo *et al.* (2016) investigaram os tipos de *Poka Yoke* utilizados em 7 indústrias do segmento de autopeças na região de Curitiba/PR e evidenciaram que parte do motivo das não-conformidades consistia na falha humana, levando a crer que sobre a necessidade de intensificar os treinamentos e a conscientização dos colaboradores. Os autores também constataram a necessidade do aumento de dispositivos de *poka yoke* de controle, rejeitando, automaticamente, um produto fora da especificação de qualidade.

Portanto, neste trabalho em questão, foi desenvolvido um gabarito, onde a peça é posicionada de forma que o lado correto para a instalação das porcas flanges estejam conforme projeto, sendo assim, se posicionada de forma incorreta a peça não encaixará no dispositivo impossibilitando a execução do escareado na peça, tendo em vista que a falha consistia na montagem do lado oposto ao projeto,

Figura 2- Dispositivo *Poka Yoke*. A: Posicionamento correto das porcas flanges. B: Posicionamento incorreto das porcas flanges, devido ao fato de que elas estão instaladas do lado inverso do projeto



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Com a implantação do dispositivo *Poka Yoke*, observou-se a possibilidade de todos os operadores atuarem nesses postos, pois eliminou o risco oriundo do processo realizado de maneira errada, tendo um acréscimo da eficiência do processo e aumento da qualidade do produto, garantindo a satisfação do cliente.

4 CONCLUSÕES

Neste estudo de caso, as ferramentas da qualidade demonstraram o processo e as possíveis causas de ocorrências de produto não conforme. A aplicação do diagrama de *Ishikawa* permitiu visualizar os problemas e encontrar falhas no processo de produção e, após a análise e por meio do método dos 5 Porquês, foi possível constatar a causa raiz: a falha do operador. A análise destacou falhas na mão de obra que interferiam diretamente na qualidade do produto e, com uso do *Poka Yoke* do gabarito houve a possibilidade de todos os operadores atuarem nesses postos, eliminando o risco oriundo do processo

Referências

ANDRIONI FILHO, S.E.; OLIVEIRA, R.R. de S. **Aplicação do Sistema Toyota de Produção no desenvolvimento de um fornecedor: Um estudo de caso no setor de estamperia**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba/PR. 2014. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10224/4/CT_COEME_2013-2_05.pdf>

CALARGE, F.; DAVANSO, J. Conceito de dispositivos à prova de erros utilizados na meta do zero defeito em processos de manufatura. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v. 11, n. 21, p. 7-18, 2003.

COLOMBO, S.G.; ANSCHAU, J.; SELEME, R.; ZATTAR, I.C.; CLETO, M.G. Avaliação da efetividade na aplicação do método *Poka Yoke* em indústrias de autopeças na região de Curitiba. **Produção em Foco**. v.6, n. 02, p. 96-104, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Izabel-Zattar/publication/305786365_Avaliacao_da_efetividade_na_aplicacao_do_metodo_poka_yoke_em_industrias_de_autopecas_da_regiao_de_Curitiba/links/57aa076708ae0932c96e559e/Avaliacao-da-efetividade-na-aplicacao-do-metodo-poka-yoke-em-industrias-de-autopecas-da-regiao-de-Curitiba.pdf>

CONSUL, J. T. Aplicação de *Poka Yoke* em processos de caldeiraria. **Production**. v. 2, n. 3, p. 678-690, 2015. Disponível em: <<https://prod.org.br/journal/production/article/doi/10.1590/0103-6513.084012>>

COSTA, T. B. S.; MENDES, M. A. Análise da causa raiz: utilização do diagrama de Ishikawa e Método dos 5 Porquês para identificação das causas da baixa produtividade em uma

cacaucultura. In: **SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE**, 10., 2018, São Cristóvão, SE. Anais [...]. São Cristóvão, SE, 2018. p. 1 - 11.

DOBASHI, T.; CORREA, F. Análise de causa raiz: técnicas e aplicações. In: 7o. **CONGRESSO GERAL DE ENERGIA NUCLEAR**, 31 de agosto - 3 de setembro, 1999, Belo Horizonte, MG. 1999. Disponível em: <<http://repositorio.ipen.br/handle/123456789/18873>>. Acesso em: 04 jun. 2023.

GOMES, Bruna Paula *et al.* Aplicação do *Poka Yoke* e do Histograma em uma Empresa de Aparelhos Auditivos. **Crear-Revista das Engenharias**, v. 2, n. 1, 2019.

HEMETÉRIO, L. S.; FREITAS, J. M. M.; RODRIGUES, R. A. **LEAN MANUFACTURING: estudo de caso da implementação de dispositivo Poka Yoke automático em máquina de corte industrial.** -, 2020. Disponível em: <<http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/1523>>. Acesso em: 29, abr.2023.

MELLO, F.M. *et al.* A importância da utilização de ferramentas da qualidade como suporte para melhoria de processo em indústria metal mecânica – um estudo de caso. **Exacta- EP**, São Paulo, v.15, n.4, p.63-75, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.uninove.br/exacta/article/view/6898/3684>>. Acesso em: 29, abr.2023.

NIZA, H. L.; RORIGUES. A. D. GESTÃO DA QUALIDADE: importância e aplicação de ferramentas para empresa de máquinas agrícolas. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 19, n. 1, p. 281–292, 2022. Disponível em: <<https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1401>>. Acesso em: 29 abr. 2023.

RICHTER, S.; VIEIRA, F. H. M.; PANAINO, R. C.; SOARES, K. Estudo de caso: Aplicação do lean manufacturing para aumento da produtividade de uma operação de gargalo e redução no tempo de setup. XII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção – **ConBrepro**. Evento online. 2022. Disponível em: <https://aprepro.org.br/conbrepro/anais/arquivos/09262022_200900_63322f2c00bf7.pdf>

ROCHA, T. S.; PAKES, P. R. SILVA, B. B. Aplicação de ferramentas da qualidade no processo de melhoria na engenharia do produto em uma empresa de produtos hospitalares. **Revista Foco – interdisciplinary Studies**. Curitiba-PR. v.15, n.3, p. 01-20. 2022. Disponível em: <<https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/397/374>>

SILVA, C. R. R; JUNIOR, W. R. S. Estudo Da Utilização Das Ferramentas Da Qualidade Para Análise De Causa Raiz Da Baixa Performance De Atendimento Em Uma Empresa De Telecomunicações: Português. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 8, n. 2, p. 145-162, 2022. Disponível em: <<file:///C:/Users/crist/Downloads/37228Press.pdf>>. Acesso em: 29, abr.2023.

SILVA, L.J. Aplicação Das Ferramentas Da Qualidade para Melhoria de Processos Produtivos Estudo de Caso em um Centro Automotivo. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**,37,2017, Joinville. Anais[...], Joinville, SC, 2017.Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_238_383_30942.pdf>. Acesso em: 10.out.2022.

SILVA, I. M. *et al.* A UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE DIAGRAMA DE ISHIKAWA E FMEA-ANÁLISE DE MODOS E EFEITOS DE FALHAS NAS EMPRESAS. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 19, n. 2, p. 961–973, 2022. Disponível em: <<https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1503>>. Acesso em: 29, abr. 2023.